



Journal of Applied Engineering Sciences

Volume 2, Issue 3, September 2019

P-ISSN 2615-4617

E-ISSN 2615-7152

Open Access at : <https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

PENGARUH UKURAN BUTIR AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LENTUR BETON PADA PERKERASAN KAKU

CALCULATION OF GROUNDWATER IRRIGATION COSTS USING A GENERATOR SET AND SOLAR POWER GENERATOR

Bima Fardika¹⁾, **Maha Putri Handayani AS**²⁾, **Julita Andriani Repadi**³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang.

E-mail: 8ima_f99@gmail.com

INFO ARTIKEL

Koresponden

Bima Fardika

8ima_f99@gmail.com

Kata kunci

Beton, Agregat Alam, Kuat Lentur, $fs' 4,5 \text{ MPa} / 45 \text{ Kg/cm}^2$.

Open Access at :

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Hal : 024 - 034

ABSTRAK

Jalan Muaro Kalaban - Batas. Jambi merupakan jalan utama yang menghubungkan antara Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jambi, tingginya tingkat kendaraan yang melewati Jalan Lintas Tengah Sumatera mengalami kerusakan pada struktur jalan lama yang sebelumnya menggunakan perkerasan lentur kemudian diperbaiki memakai perkerasan kaku untuk kontruksinya. Untuk peningkatan kualitas jalan pada perkerasan kaku yang mensyaratkan pengujian kuat lentur minimum adalah $fs' 4,5 \text{ MPa}$ (45 kg/cm^2) untuk umur beton 28 hari, dengan ukuran benda uji $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ maka pada penelitian ini membahas tentang Pengaruh Ukuran Butir Agregat Kasar Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku, dengan acuan mutu beton $fs' 4,5 \text{ MPa}$ (45 kg/cm^2) jumlah benda uji sebanyak 4 buah sampel pada masing-masing butir agregat kasar yaitu, agregat kasar 0,5-1 (medium), 1-2, dan 2-3, pengujian kuat lentur ini menggunakan metode SNI 4431 : 2011 (Pengujian kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan). Hasil penelitian menunjukkan pengujian kuat lentur beton pada umur 7 hari yang mendapatkan nilai tertinggi butiran agregat kasar 1-2 dengan nilai kuat lentur beton $3,779 \text{ MPa} / 38,751 \text{ Kg/cm}^2$. sedangkan pada umur 28 hari yang mendapatkan nilai tertinggi agregat kasar 0,5-1 (medium) dengan nilai kuat lentur beton $4,815 \text{ MPa} / 49,118 \text{ Kg/cm}^2$. dengan melakukan pengujian pada masing-masing butir agregat kasar sangat berpengaruh dalam peningkatan kualitas mutu beton.

Copyright © 2019 JAES. All rights reserved.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Corresponden

Bima Fardika

Sima_f99@gmail.com

Keywords:

Concrete, Natural Aggregate, Flexural Strength, $f_s' 4.5 \text{ MPa} / 45 \text{ Kg} / \text{cm}^2$.

Open Access at :

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Page : 024 – 034

Street Muaro Kalaban - Limits. Jambi is the main road that connects West Sumatra Province and Jambi Province, the high rate of vehicles passing through the Sumatra Central Cross Road is damaged in the old road structure that previously used flexible pavement then repaired using rigid pavement for its construction. To improve road quality on rigid pavement which requires a minimum flexural strength test is $f_s' 4.5 \text{ MPa} (45 \text{ kg} / \text{cm}^2)$ for 28 days of concrete, with a test object size of $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 60\text{cm}$, this study discusses the effect of grain size. Coarse Aggregate Against the Flexural Strength of Concrete on Rigid Pavements, with reference to the quality of the concrete $f_s' 4.5 \text{ MPa} (45 \text{ kg} / \text{cm}^2)$ the number of specimens is 4 samples in each coarse aggregate, namely, 0.5-1 coarse aggregate (medium), 1-2, and 2-3, this flexural strength test uses the SNI 4431: 2011 method (Testing the flexural strength of concrete with two points of loading). The results showed that the concrete flexural strength test at the age of 7 days obtained the highest value of 1-2 coarse aggregate grains with concrete flexural strength values $3.779 \text{ MPa} / 38.751 \text{ Kg} / \text{cm}^2$. whereas at the age of 28 days the highest value of coarse aggregate was 0.5-1 (medium) with a concrete flexural strength value of $4.815 \text{ MPa} / 49.118 \text{ Kg} / \text{cm}^2$. by conducting tests on each grain of coarse aggregate is very influential in improving the quality of the concrete quality.

Copyright ©2019 JAES. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan Nasional. Jalan Muaro Kalaban – Batas. Jambi merupakan jalan utama yang menghubungkan antara Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jambi. Karena tingginya tingkat kendaraan yang melewati Jalan Lintas Tengah Sumatera baik kendaraan berat maupun kendaraan ringan badan jalan mengalami kerusakan pada struktur jalan lama yang sebelumnya menggunakan perkerasan lentur kemudian diperbaiki memakai perkerasan kaku untuk kontruksinya, maka pemerintah pusat Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat merancang perkerasan kaku pada lokasi ini untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan pada Jalan Lintas Tengah Sumatera. Pekerjaan Rehabilitasi/Rekonstruksi Jalan Lintas Tengah Sumatera/Jalan Nasional ini berada di Kabupaten Sijunjung tepatnya pada STA. 148+000 – 148+700. Perencanaan Rehabilitasi/ Rekonstruksi menggunakan metode Bina Marga mensyaratkan pengujian kuat lentur minimal $f_s' 4,5 \text{ Mpa} (45 \text{ kg}/\text{cm}^2)$ untuk umur beton 28 hari yang tercantum di Spesifikasi Umum 2018 Direktorat Jenderal Bina Marga, Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

Pentingnya kesadaran akan peningkatan mutu jalan, terutama pada perkerasan kaku, penulis mengamati kegiatan dilapangan tingginya produksi *Chruser*/mesin pemecah batu yang biasanya dilihat lebih dominan dipakai butiran agregat kasar 1 -2 sebagai bahan campuran beton, melihat tidak efisien dan seimbangny pada produksi *Chrusher* dengan pemakaian butir agregat kasar pada campuran beton yang lain, yaitu agregat 2-3 dan medium yang mengakibatkan terjadi penumpukan/kelebihan, maka dari itu penulis tertarik terhadap pengambilan judul ini agar tercapainya keseimbangan pemakaian butir agregat kasar dan untuk memenuhi agar tercapainya keberagaman pada campuran beton, dimana mutu beton berperan penting dalam peningkatan kualitas jalan.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah suatu proses pengadaan data primer dan data sekunder untuk keperluan penelitian. Pengumpulan data merupakan langkah yang sangat penting dalam metode ilmiah, karena pada umumnya data yang dikumpulkan dianalisa sesuai dengan metode yang akan digunakan. Data-data yang digunakan adalah :

A. Data Sekunder

- Data Tipe Semen

B. Data Primer

- Data Sumber/ Asal Material Konstruksi Yang Dipakai
- Data Karakteristik Agregat Halus
- Data Karakteristik Agregat Kasar
- Perencanaan Campuran Beton
- Data Pengujian Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan

Metode Analisa Data

Semua data yang telah terkumpulkan dianalisa untuk mendapatkan suatu keputusan yang optimal. Analisa data diambil berdasarkan Pengujian di Laboratorium. Langkah - langkah pengolahan dan penganalisaan data adalah sebagai berikut :

Metode Pengujian Material Dan Bahan

1. Semen Portland

Semen yang digunakan yaitu Semen Portland Tipe I yang diproduksi langsung oleh PT. Semen Padang, Sumatera Barat. Untuk semen jenis ini tidak dilakukan pengujian karena semen yang digunakan telah memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan standar ASTM C-150-02 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 untuk semen portland normal.

2. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah air yang berasal dari sumur bor di Laboratorium Pengujian Balai Pelaksanaan Jalan Nasional III (BPJN III).

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari Sungai Batang Hari, Kab. Dharmasraya, Sumatera Barat dan diambil dari PT. DEKKY KARYA BESTARI. Adapun tahapan - tahapan pemeriksaan yang dilaksanakan pada agregat halus antara lain :

- A. Pemeriksaan Kadar Organik Pada Agregat Halus
 - B. Pemeriksaan Kadar Lumpur/ Lolos saringan No. 200 (0,075 mm) Dan Kadar Air Agregat Halus
 - C. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus
 - D. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus
- ### 4. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari Sungai Batang Hari, Kab. Dharmasraya, Sumatera Barat dan diambil dari PT. DEKKY KARYA BESTARI. Adapun tahapan-tahapan pemeriksaan yang dilaksanakan pada agregat kasar, diuraikan pada Bab 2 antara lain :

- A. Pengujian Abrasi Dengan Mesin Los Angeles
- B. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dan Kadar Air Agregat Kasar
- C. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar
- D. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Percobaan Campuran Beton

Prosedur Perhitungan Campuran

Prosedur perhitungan campuran beton pada prinsipnya dilakukan dengan cara coba-coba, dan pada garis besarnya adalah sebagai berikut :

1. Tes terhadap material beton, untuk memeriksa apakah material tersebut memenuhi syarat spesifikasi atau tidak.
2. Menentukan ukuran butiran maksimum agregat kasar, slump, dan kandungan udara yang disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi dan pelaksanaan pekerjaan.
3. Menentukan *Water-Cement* ratio yang memenuhi *strength* dan *durability* yang diperlukan.
4. Menentukan perbandingan campuran dengan cara coba-coba di dalam *batch*, dengan jumlah air adukan dan presentase pasir terhadap agregat yang untuk sementara ditentukan.
5. Penyesuaian jumlah air adukan dan *admixture* untuk mendapatkan slump dan kandungan udara yang diperlukan.

Pengujian Kuat Lentur Beton

Prosedur pengujian kuat lentur antara lain sebagai berikut:

- I. Persiapan Pengujian
- II. Peralatan Pengujian
 - Sarana penunjang

- Pelaksanaan Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Campuran Beton

Pada perencanaan campuran beton yang dilakukan oleh penulis yaitu berdasarkan peraturan SNI 03-2834-2000 tentang "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".

Dari pengujian material dan bahan penyusun beton di Laboratorium, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

- Jumlah Air (B)
: 213,34 kg/m³
- Jumlah Agregat Halus (C)
: 969,85 kg/m³
- Jumlah Agregat Kasar (D)
: 673,97 kg/m³
- Kadar air pasir (Cm)
: 0,93 %
- Penyerapan pasir (Ca)
: 1,585 %
- Kadar air batu pecah (Dm)
: 0,55 %
- Penyerapan batu pecah (Da)
: 1,606 %

Maka dapat dikoreksi untuk 1 m³ beton adalah sebagai berikut :

- Semen

$$= 520,34 \text{ kg/m}^3$$

- Air

$$= B - \{(Cm - Ca) \times C/100\} - \{(Dm - Da) \times D/100\} \dots (4.42)$$

$$= 213,34 - \{(0,93 - 1,585) \times \frac{969,85}{100}\} - \{(0,55 - 1,606) \times \frac{673,97}{100}\} = 196,68 \text{ Kg/m}^3$$

- Pasir

$$= C + \{(Cm - Ca) \times C/100\}$$

$$= 969,85 + \{(0,93 - 1,585) \times \frac{969,85}{100}\} = 979,6 \text{ kg/m}^3$$

- Batu pecah

$$= D + \{(Dm - Da) \times D/100\}$$

$$= 673,97 + \{(0,55 - 1,606) \times \frac{991,33}{100}\} = 680,88 \text{ kg/m}^3$$

Dengan mengurangi atau menambahkan hasil-hasil perhitungan ini, akan kita peroleh hasil susunan campuran yaitu yang seharusnya kita timbang, untuk tiap m³ beton (ketelitian 5 Kg) :

- Jumlah semen
: 520,34 kg/m³
- Jumlah air
: 196,68 kg/m³
- Jumlah pasir
: 979,6 kg/m³
- Jumlah batu pecah
: 680,88 kg/m³

Kebutuhan proporsi campuran beton untuk campuran fs' 4,5 Mpa (agregat kasar 0,5 - 1) medium

Untuk pembuatan benda uji/sampel diperlukan cetakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 0,60 m, lebar 0,15 m dan tinggi 0,15 m. Maka volume untuk 1 buah benda uji balok ditambah dengan angka penyusutan diambil 10%, untuk mendapatkan proporsi dari masing-masing material yang akan diaduk adalah sebagai berikut :

Volume 1 buah balok

$$= P \times L \times T$$

$$= 0,60 \times 0,15 \times 0,15$$

$$= 0,0135 \text{ m}^3$$

- Semen
= (0,0135 x 520,34) + (10% x 0,0135 x 520,34) = 7,727 Kg

- Air
= (0,0135 x 196,68) + (10% x 0,0135 x 196,68) = 2,921 Kg

- Pasir
= (0,0135 x 979,6) + (10% x 0,0135 x 979,6) = 14,547 Kg

- Agregat kasar 0,5 - 1
= (0,0135 x 680,88) + (10% x 0,0135 x 680,88) = 10,111 Kg

Untuk percobaan campuran beton fs' 4,5 Mpa disini dibuat 4 buah cetakan balok beton, maka kebutuhan komposisi menjadi :

- Semen
= 7,727 x 4 = 30,908 Kg

- Air
= 2,921 x 4 = 11,684 Kg

- Pasir
= 14,547 x 4 = 58,188 Kg

- Agregat kasar 0,5 - 1
= 10,111 x 4 = 40,444 Kg

Pemeriksaan Nilai Slump

Nilai slump sangat mempengaruhi pengerjaan beton dalam memberikan kemudahan dan kecepatan (*workability*) dalam pengerjaan di lapangan. Nilai slump yang didapat dari penelitian diambil berdasarkan jenis pekerjaan beton yang direncanakan yaitu 30 mm - 60 mm.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Nilai Slump

| Jenis agregat | T ₁ (cm) | T ₂ (cm) | T ₃ (cm) | T ₄ (cm) | T _{Rata-rata} (cm) |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|
| 0,5 - 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3,5 |
| 1 - 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3,75 |
| 2 - 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4,25 |

Pengujian Kuat lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan di Laboratorium Balai Pelaksanaan Jalan Nasional III Padang.

Adapun perhitungan kuat lentur beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Lentur} = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

(patah pada 1/3 bentang tengah (pola I)

$$\text{Kuat Lentur} = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

(patah diluar 1/3 bentang tengah (pola II)

Berikut ini data dan hasil pengujian kuat lentur beton terhadap benda uji dengan umur rencana 7 hari dan 28 hari dengan masing-masing butir agregat kasar yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Agregat Kasar 0,5 - 1 (Medium)

| PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON DENGAN DUA TITIK PEMBEBANAN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|------------|--------------|----------------|-----------------|---------------------------|--|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| No. Benda Uji | Tanggal dibuat | Tanggal Uji | Umur (hari) | Berat (kg) | Panjang (mm) | Lebar (b) (mm) | Tinggi (h) (mm) | Volume (cm ³) | Jarak bentang (L) (untuk pola pecah 1) / retak (a) (untuk pola pecah 2) (mm) | Beban Max. (P) | | Kuat Lentur Uji | | Keterangan |
| | | | | | | | | | | Nilai Bacaan Alat (kN) | Nilai terkorreksi (kN) | (MPa) | (Kg/cm ²) | |
| 1 | 17-06-2020 | 24-06-2020 | 7 | 32,49 | 600,0 | 150,0 | 150,0 | 13500,0 | 450,0 | 24,437 | 28,024 | 3,737 | 38,113 | pola pecah 1 |
| 2 | 17-06-2020 | 24-06-2020 | 7 | 34,02 | 600,0 | 150,0 | 150,0 | 13500,0 | 450,0 | 25,041 | 28,749 | 3,833 | 39,099 | pola pecah 1 |
| | | | | | | | | | | | 3,785 | 38,606 | Rata-rata | |
| 3 | 17-06-2020 | 15-07-2020 | 28 | 34,12 | 600,0 | 150,0 | 150,0 | 13500,0 | 450,0 | 31,753 | 36,769 | 4,902 | 50,005 | pola pecah 1 |
| 4 | 17-06-2020 | 15-07-2020 | 28 | 33,86 | 600,0 | 150,0 | 150,0 | 13500,0 | 450,0 | 30,647 | 35,463 | 4,728 | 48,230 | pola pecah 1 |
| | | | | | | | | | | | 4,815 | 49,118 | Rata-rata | |
| <p><i>Keterangan Rumus :</i> $\text{Kuat Lentur} = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$patah pada 1/3 bentang tengah (pola 1)</p> <p>$\text{Kuat Lentur} = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2}$patah di luar 1/3 bentang tengah (pola 2)</p> <p><i>Catatan Lain :</i> - Nilai P yang digunakan adalah nilai P yg sudah koreksi alat - koreksi alat terlampir pada sertifikat Kalibrasi</p> | | | | | | | | | | | | | | |

Perhitungan Kuat Lentur Beton Campuran Butir Agregat Kasar 0,5 - 1 (medium) :

Kuat Lentur (pola 1)

$$= \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

umur 7 hari

$$= \frac{28,024 \times 1000 \times 450}{150 \times 150^2}$$

$$= \frac{12610800}{3375000}$$

$$= 3,737 \text{ MPa}$$

MPa = Kg/cm²

$$= 3,737 \times 10,2$$

$$= 38,113 \text{ Kg/cm}^2$$

Kuat Lentur (pola 1)

$$= \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

umur 28 hari

$$= \frac{36,769 \times 1000 \times 450}{150 \times 150^2}$$

$$= \frac{16546050}{3375000}$$

$$= 4,902 \text{ MPa}$$

MPa = Kg/cm²

$$= 4,902 \times 10,2$$

$$= 50,005 \text{ Kg/cm}^2$$



Gambar 1 Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Dua Titik Pembebanan



Gambar 2 Patahan Pada 1/3 Bentang Tengah

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat lentur beton (f_s') yang didapat dari masing-masing butir agregat kasar dari hasil penelitian adalah :
 - 1) Nilai kuat lentur beton umur 7 hari
 - a. Hasil pengujian balok beton dengan campuran butir agregat kasar 0,5 - 1 (medium) dengan nilai kuat lentur rata-rata pada 3,785 MPa/38,606 Kg/cm².
 - b. Hasil pengujian balok beton dengan campuran butir agregat kasar 1 - 2 dengan nilai kuat lentur rata-rata 3,799 MPa/38,751 Kg/cm².
 - c. Hasil pengujian benda uji balok beton dengan campuran butir agregat kasar 2 - 3 dengan nilai kuat lentur rata-rata 2,807 MPa/28,634 Kg/cm².
 - 2) Nilai kuat lentur beton umur 28 hari
 - a. Hasil pengujian balok beton dengan campuran butir agregat kasar 0,5 -1 (medium) dengan nilai kuat lentur rata-rata 4,902 MPa/ 49,118 Kg/cm².
 - b. Hasil pengujian balok beton dengan campuran butir agregat kasar 1 - 2 dengan nilai kuat lentur rata-rata 4,675 MPa/ 47,685 Kg/cm².
 - c. Hasil pengujian balok beton dengan campuran butir agregat kasar 2 - 3 dengan nilai kuat lentur rata-rata 4,590 MPa/ 46,814 Kg/cm².
2. Perbandingan nilai kuat lentur beton (f_s') yang didapat dari masing-masing butir agregat kasar dari hasil penelitian adalah :
 - a. Jadi nilai tertinggi pada kuat lentur beton dengan campuran butir agregat kasar pada umur 7 hari adalah campuran beton dengan butir agregat kasar 1 - 2, dengan nilai kuat lentur beton 3,799 MPa/ 38,751 Kg/cm².
 - b. Jadi nilai tertinggi pada kuat lentur beton dengan campuran butir agregat kasar pada umur 28 hari adalah campuran beton dengan butir

agregat kasar 0,5 – 1 (medium), dengan nilai kuat lentur beton 4,815 MPa/ 49,118 Kg/cm².

SARAN

Setelah melihat hasil penelitian dan menyadari kemungkinan masih adanya kekurangan dalam pelaksanaan penelitian ini, maka penulis dapat memberikan saran dan masukan sebagai berikut :

1. Untuk para peneliti selanjutnya agar lebih teliti dalam proses pembuatan benda uji seperti penimbangan komposisi bahan-bahan, pengadukan bahan dan material serta pada proses pemadatan beton ketika dicetak hingga pada proses perawatan beton.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi campuran butiran agregat kasar yang berbeda lagi (persentase komposisi lebih besar atau kecil) atau bisa dikombinasikan dengan bahan dan material lainnya.
3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian ini sehingga dalam dunia kontruksi Indonesia dapat tercipta inovasi baru dengan mengutamakan pemanfaatan perbandingan butiran agregat kasar agar dapat tercapainya mutu dalam dunia konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C.33 - , 2002 *Standard Specification For Concrete Aggregates, Annual Books Of ASTM Standards, USA*
- ASTM C-150 , 2002 *Standard Specification of Portland cement, Annual Books Of ASTM Standards, USA*
- Murdock, L. J. Dan Brook, K. M., 1999, *Bahan Dan Praktek Beton; Diterjemahkan Oleh Ir. Stephanus Hendarko, Erlangga, Jakarta, Indonesia.*
- Mc Cormack, Jack C. 2004. *Desain Beton Bertulang – Edisi Kelima - Jilid 2 Erlangga, Jakarta, Indonesia.*
- SNI 2417 : 2008, *Pengujian Abrasi Dengan Alat Los Angeles.*
- SNI 1969 : 2016, *Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.*
- SNI 1970 : 2016 *Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.*
- SNI ASTM C117 : 2012 *Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus dari Saringan 75 µm (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian (ASTM C117-2004, IDT)*
- SNI ASTM C136: 2012, *Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.*

SNI 7656-2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa

SNI 03-2834-2002, Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal

SNI 4431:2011, Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan.

Spesifikasi Umum 2018, Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan, Kementerian PUPR Dirjen Binamarga.

Surya Sebayang, 2000, Buku Teknologi Beton, Lampung Indonesia

Tjokodimuljo, K., 1992, Bahan Bangunan, Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

Tjokodimuljo, Kardiyono. 2007. Teknologi Beton. Biro Penerbit Jurusan Teknik, Yogyakarta, Indonesia.

Tri Mulyono, 2003, Teknologi Beton, Andi Publishing, Yogyakarta, Indonesia

Tri Mulyono, 2004, Teknologi Beton, Andi Publishing, Yogyakarta, Indonesia.