

## VARIATION OF TANKING AGGREGATE SIZE AND ITS IMPACT ON COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTICITY MODULUS OF CONCRETE

### VARIASI UKURAN AGREGAT TANGKILING DAN DAMPAKNYA PADA KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Whendy Trissan<sup>1</sup>, Samuel Layang<sup>2</sup>, Helmi Tanjung<sup>3</sup>

<sup>1) 2) 3)</sup> Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP, Universitas Palangka Raya  
Jl. H.Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

Email: whendy\_t@fkip.upr.ac.id

#### ABSTRACT

The use of coarse aggregate significantly influences the mechanical properties and overall quality of concrete. This study investigates the impact of different coarse aggregate sizes (10 mm, 20 mm, and 40 mm) on the compressive strength and elastic modulus of concrete at 28 days. The research was conducted as part of a thesis in the Building Engineering Education Program, Department of Vocational Technology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Palangka Raya. The primary objective was to determine the compressive strength and elastic modulus values for concrete mixes using varying coarse aggregate sizes. The concrete mixtures incorporated different coarse aggregate sizes along with fine aggregate, water, and Portland Pozzolana Cement (PPC) type I from Gresik. The mix design followed the guidelines outlined in SNI 03-2843-2000 for normal concrete mixtures. Testing was performed on cylindrical specimens measuring 15 cm x 30 cm. Each aggregate size variation (10 mm, 20 mm, and 40 mm) was tested using 10 samples, and the tests were conducted at 28 days in the Laboratory of Building Engineering Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Palangka Raya. The average compressive strength at 28 days for the coarse aggregate variations of 10 mm, 20 mm, and 40 mm were 29.15 MPa, 28.60 MPa, and 28.50 MPa, respectively. The average elastic modulus at 28 days for the same variations were 3033 MPa, 3856 MPa, and 3950 MPa.

**Key words:** *Compressive Strength, Elastic Modulus, Coarse Aggregate Size Variations*

#### ABSTRAK

Batu *Split* juga sering disebut dengan nama batu pecah, karena disesuaikan dengan proses mendapatkannya yaitu cara membelah batu. Ukuran agregat kasar 10 mm, 20 mm, dan 40 mm, dijadikan patokan untuk membuat beton berkinerja dan bermutu baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dan nilai modulus elastisitas beton yang menggunakan ukuran agregat kasar yang berbeda pada campuran beton normal. Variasi ukuran agregat kasar dalam campuran beton tersebut dicampurkan dengan agregat halus, air dan semen PPC *type I merk gresik*. Perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03-2843-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Pengujian menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm, setiap variasi ukuran agregat kasar menggunakan 10 sampel yang terdiri dari 3 variasi ukuran agregat kasar (10 mm, 20mm, 40 mm) dan di uji pada umur 28 hari di Laboratorium Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya. Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari untuk variasi campuran agregat kasar 10 mm, 20 mm dan 40 mm berturut-turut sebesar 29,15 MPa; 28,60 MPa; 28,50 MPa. Modulus elastisitas rata-rata pada umur 28 hari untuk variasi campuran agregat kasar 10 mm, 20 mm dan 40 mm berturut-turut sebesar 3033 MPa; 3856 MPa; 3950 MPa.

**Kata Kunci :** *Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Variasi Ukuran Agregat Kasar*

#### PENDAHULUAN

Beton adalah bahan konstruksi yang terdiri dari campuran semen, agregat (seperti pasir, kerikil, atau batu pecah), dan air. Campuran ini mengeras seiring waktu dan membentuk struktur yang kuat dan tahan lama. Dalam penelitian ini, kita akan memfokuskan pada pengaruh ukuran agregat kasar terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Adapun Agregat Batu split, yang juga dikenal sebagai "batu pecah," merupakan salah satu jenis bahan bangunan yang diperoleh dengan memecah atau membelah batu besar menjadi ukuran yang lebih kecil.

Agregat kasar, seperti batu split, memainkan peran penting dalam mencapai kekuatan beton yang diinginkan. Gradasi agregat kasar secara signifikan memengaruhi kinerja dan kualitas beton. Dengan menggunakan ukuran agregat dengan diameter butiran maksimum 10 mm, 20 mm, dan 40 mm, kita dapat mencapai kepadatan beton yang tinggi dan mengurangi porositas. Selain itu, ukuran agregat juga memengaruhi faktor-faktor seperti workabilitas campuran beton. Sebelumnya, telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh ukuran agregat kasar pada kuat tekan, termasuk faktor-faktor seperti

penggantian agregat halus (FAS), metode pencampuran, pengecoran, dan perawatan beton. Selain itu, faktor yang memengaruhi modulus elastisitas meliputi kelembaban, jenis agregat, umur beton, dan desain campuran beton.

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui berapa nilai kuat tekan beton yang menggunakan ukuran agregat kasar yang berbeda pada campuran beton normal.
- Untuk mengetahui berapa nilai modulus elastisitas beton yang menggunakan ukuran agregat kasar yang berbeda pada campuran beton normal.

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental, yakni dengan melakukan percobaan langsung di Laboratorium Beton Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ukuran agregat kasar yang berbeda terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton normal.

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Semen *Portland* tipe I merk *gresik* PPC.

- Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil yang berasal dari tangkiling, kecamatan bukit batu, kota palangkaraya.
- Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari tangkiling, kecamatan bukit batu, kota palangkaraya.
- Air yang digunakan berasal dari sumur bor di Laboratorium Beton Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya.

### Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000, tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.

### Pembuatan Benda Uji

Langkah pembuatan benda uji dalam penelitian ini sesuai dengan SK SNI 03-2834-2000 (tercantum bab 3 halaman 29), dengan kondisi agregat kasar dan agregat halus dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry/SSD*). Pada saat proses pengecoran yang perlu diperhatikan yaitu banyaknya penambahan air dalam pencampuran beton agar mencapai nilai *slump* yang direncanakan sebesar 10 - 14 cm, sehingga memudahkan dalam pengerjaan (*workability*). Hasil pengujian *slump* dapat dilihat di Tabel berikut.

Tabel Nilai *slump* Beton

| Presentase Ukuran Agregat | Nilai <i>Slump</i> (cm) |
|---------------------------|-------------------------|
| 10 mm                     | 13,1                    |
| 20 mm                     | 11,1                    |
| 40 mm                     | 11,2                    |

(Sumber: Hasil Pengujian)

### Perawatan Benda Uji

Setelah benda uji selesai dikerjakan, benda uji yang telah mengeras  $\pm 24$  jam, dibuka dari cetakan dan diberi label yang berisi keterangan ukuran agregat, nomor dan umur beton. Kemudian proses (*curing*) atau perawatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merendam seluruh permukaan benda uji silinder di dalam bak perendam yang berisi air dengan posisi berdiri. Untuk mencegah terjadinya keretakan karena kehilangan air atau panas hidrasi pada beton. Proses pematangan beton

ini selama 28 hari sebelum pengujian benda uji dilaksanakan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Benda Uji

#### Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah diperoleh data kuat tekan beton dari setiap benda uji, Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan data pada masing ukuran agregat 10 mm, 20 mm dan 40 mm, pada data kuat tekan beton umur 28 hari.

Tabel Nilai Rata-Rata kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Berdasarkan Ukuran Agregat Kasar

| Ukuran       | Benda (N) | Kuat Tekan (MPa) | Nilai Rata-Rata (MPa) |
|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
| Ukuran 10 mm | 1         | 27,92            | 29,15                 |
|              | 2         | 27,87            |                       |
|              | 3         | 29,05            |                       |
|              | 4         | 31,08            |                       |
|              | 5         | 28,22            |                       |

|              |    |       |       |
|--------------|----|-------|-------|
|              | 6  | 30,38 |       |
|              | 7  | 29,69 |       |
|              | 8  | 29,09 |       |
|              | 9  | 28,88 |       |
|              | 10 | 29,28 |       |
| Ukuran 20 mm | 1  | 32,71 | 28,60 |
|              | 2  | 23,97 |       |
|              | 3  | 32,40 |       |
|              | 4  | 26,66 |       |
|              | 5  | 30,38 |       |
|              | 6  | 25,36 |       |
|              | 7  | 22,24 |       |
|              | 8  | 31,63 |       |
|              | 9  | 29,50 |       |
|              | 10 | 21,15 |       |
| Ukuran 40mm  | 1  | 26,58 | 28,50 |
|              | 2  | 33,44 |       |
|              | 3  | 27,61 |       |
|              | 4  | 31,79 |       |
|              | 5  | 32,21 |       |
|              | 6  | 26,22 |       |
|              | 7  | 31,28 |       |
|              | 8  | 18,90 |       |
|              | 9  | 30,13 |       |
|              | 10 | 26,84 |       |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan benda uji yang berbentuk silinder, berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Pengujian dilaksanakan setelah beton mencapai 28 hari.

Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder (Umur 28 Hari)

| Presentase | Benda (N) | Berat (Kg) | Luas (mm <sup>2</sup> ) | Tinggi (mm) | Diameter (mm) | Pembacaan Beban (kN) | Kuat Tekan (MPa) | Rata-Rata (MPa) |
|------------|-----------|------------|-------------------------|-------------|---------------|----------------------|------------------|-----------------|
| 10 mm      | 1         | 12,22      | 17979,1                 | 34,10       | 151,30        | 502000               | 27,92            | 29,15           |
|            | 2         | 12,04      | 17943,5                 | 30,45       | 151,15        | 500000               | 27,87            |                 |
|            | 3         | 12,06      | 17695                   | 30,25       | 150,10        | 514000               | 29,05            |                 |
|            | 4         | 12,08      | 17695                   | 32,30       | 150,25        | 550000               | 31,08            |                 |
|            | 5         | 12,14      | 17718,6                 | 32,30       | 150,20        | 500000               | 28,22            |                 |
|            | 6         | 12,02      | 17706,8                 | 31,40       | 150,15        | 538000               | 30,38            |                 |
|            | 7         | 11,94      | 17718,6                 | 29,40       | 150,20        | 526000               | 29,69            |                 |
|            | 8         | 11,98      | 17530,4                 | 29,10       | 149,40        | 510000               | 29,09            |                 |
|            | 9         | 12,24      | 18002,9                 | 31,19       | 151,40        | 520000               | 28,88            |                 |
|            | 10        | 12,14      | 17967,2                 | 30,45       | 151,25        | 526000               | 29,28            |                 |
| 20 mm      | 1         | 12,30      | 17730,4                 | 32,05       | 150,25        | 580000               | 32,71            | 28,60           |
|            | 2         | 12,20      | 17518,6                 | 31,45       | 149,35        | 420000               | 23,97            |                 |
|            | 3         | 12,38      | 17718,6                 | 32,45       | 150,20        | 574000               | 32,40            |                 |
|            | 4         | 12,48      | 18002,9                 | 33,30       | 151,40        | 480000               | 26,66            |                 |
|            | 5         | 12,32      | 17777,6                 | 32,40       | 150,45        | 540000               | 30,38            |                 |
|            | 6         | 12,54      | 17742,2                 | 32,20       | 150,30        | 450000               | 25,36            |                 |
|            | 7         | 12,34      | 17718,6                 | 32,30       | 150,20        | 510000               | 22,24            |                 |
|            | 8         | 12,42      | 17706,8                 | 32,45       | 150,15        | 560000               | 31,63            |                 |
|            | 9         | 12,56      | 17695                   | 35,45       | 150,10        | 522000               | 29,50            |                 |
|            | 10        | 12,40      | 17979,1                 | 32,45       | 151,30        | 560000               | 31,15            |                 |

|       |    |       |         |       |        |        |       |       |
|-------|----|-------|---------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 40 mm | 1  | 12,54 | 17683,2 | 33,30 | 150,05 | 470000 | 26,58 | 28,50 |
|       | 2  | 12,62 | 17943,5 | 33,25 | 151,15 | 600000 | 33,44 |       |
|       | 3  | 12,74 | 17460   | 33,45 | 149,10 | 482000 | 26,61 |       |
|       | 4  | 12,66 | 17991   | 33,25 | 151,35 | 572000 | 31,79 |       |
|       | 5  | 12,76 | 17695   | 34,40 | 150,10 | 570000 | 32,21 |       |
|       | 6  | 12,74 | 17695   | 34,30 | 150,10 | 464000 | 26,22 |       |
|       | 7  | 12,72 | 17777,6 | 33,45 | 150,45 | 556000 | 31,28 |       |
|       | 8  | 12,68 | 17777,6 | 34,30 | 151,45 | 336000 | 18,90 |       |
|       | 9  | 12,70 | 17991   | 33,15 | 151,35 | 542000 | 30,13 |       |
|       | 10 | 12,86 | 17955,3 | 33,15 | 151,2  | 482000 | 26,84 |       |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Nilai rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari dengan ukuran agregat kasar yang berbeda pada Tabel 15, adalah sebesar 29,15 MPa untuk ukuran agregat kasar 10 mm, 28,60 MPa untuk ukuran agregat kasar 20 mm, dan 28,50 MPa untuk ukuran agregat kasar 40 mm, maka nilai kuat tekan beton dengan ukuran agregat kasar yang berbeda melebihi dari mutu beton yang disyaratkan sebesar 17,5 MPa.

### Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan benda uji yang berbentuk silinder, berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Pengujian dilaksanakan setelah beton mencapai 28 hari bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton.

Tabel Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton (Umur 28 Hari)

| Persentase Ukuran | Benda Uji | $\sigma_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_1$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\epsilon_1$ | $E_c$<br>(MPa) | Rata-Rata |
|-------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| 10 mm             | 1         | 11,15                              | 1,11                               | 0,00336      | 3032,63        | 3033      |
|                   | 2         | 11,15                              | 0,89                               | 0,00378      | 2750,13        |           |
|                   | 3         | 11,15                              | 1,02                               | 0,00319      | 3225,48        |           |
|                   | 4         | 11,15                              | 1,35                               | 0,00286      | 3486,83        |           |
|                   | 5         | 11,15                              | 0,56                               | 0,00329      | 3267,90        |           |
|                   | 6         | 11,15                              | 1,69                               | 0,00291      | 3306,99        |           |
|                   | 7         | 11,15                              | 1,13                               | 0,00382      | 2657,29        |           |
|                   | 8         | 11,15                              | 0,8                                | 0,00369      | 2842,86        |           |
|                   | 9         | 11,15                              | 1,11                               | 0,00336      | 3032,63        |           |
|                   | 10        | 11,15                              | 1,45                               | 0,00360      | 2731,83        |           |
| 20 mm             | 1         | 8,90                               | 1,69                               | 0,00175      | 4238,82        | 3856      |
|                   | 2         | 8,90                               | 1,60                               | 0,00182      | 4122,03        |           |
|                   | 3         | 8,90                               | 2,03                               | 0,00173      | 4086,90        |           |
|                   | 4         | 8,90                               | 1,44                               | 0,00285      | 2662,86        |           |
|                   | 5         | 8,90                               | 2,81                               | 0,00111      | 5741,51        |           |
|                   | 6         | 8,90                               | 0,90                               | 0,00302      | 2692,26        |           |
|                   | 7         | 8,90                               | 2,48                               | 0,00221      | 2970,37        |           |
|                   | 8         | 8,90                               | 1,13                               | 0,00251      | 3156,91        |           |
|                   | 9         | 8,90                               | 2,26                               | 0,00127      | 5439,34        |           |
|                   | 10        | 8,90                               | 1,11                               | 0,00231      | 3445,13        |           |
| 40 mm             | 1         | 7,56                               | 1,13                               | 0,00165      | 4018,75        | 3950      |
|                   | 2         | 7,56                               | 1,11                               | 0,00165      | 4031,25        |           |
|                   | 3         | 7,56                               | 1,37                               | 0,00161      | 3967,95        |           |
|                   | 4         | 7,56                               | 1,67                               | 0,00171      | 3885,54        |           |
|                   | 5         | 7,56                               | 0,57                               | 0,00212      | 3106,28        |           |
|                   | 6         | 7,56                               | 1,58                               | 0,00212      | 2888,89        |           |
|                   | 7         | 7,56                               | 1,13                               | 0,00202      | 3263,96        |           |
|                   | 8         | 7,56                               | 1,01                               | 0,00139      | 4888,06        |           |
|                   | 9         | 7,56                               | 1,67                               | 0,00127      | 5286,89        |           |
|                   | 10        | 7,56                               | 1,23                               | 0,00157      | 4164,47        |           |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari Tabel, dapat diketahui bahwa pada umur 28 hari rata-rata nilai modulus elastisitas beton untuk ukuran agregat kasar 10 mm = 3033 MPa, ukuran agregat kasar 20 mm = 3856 MPa, dan Ukuran agregat kasar 40 mm = 3950 MPa. Modulus elastisitas beton mengalami kenaikan pada ukuran agregat 20 mm dan 40 mm disebabkan diantaranya:

1. Ukuran diameter agregat yang lebih besar berarti luas bidang kontak (zona antarmuka) yang lebih sedikit dan ikatan pasta semen agregat yang kurang, maka akibatnya akan mengurangi kuat tekan beton.
2. Ukuran diameter agregat yang lebih besar akan mengurangi volume pasta semen, kemudian menghasilkan tegangan tambahan dalam pasta semen, dan menciptakan lebih banyak retak-mikro akibat penerapan beban.
3. Mutu beton sangat berperan penting dalam penentuan kuat tekan dan modulus elastisitas beton apabila semakin besar mutu beton maka semakin besar pula nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton berdasarkan ukuran agregat pada campuran beton yang digunakan.

Dari hasil percobaan tersebut disimpulkan bahwa penggunaan variasi untuk ukuran agregat kasar 20 mm, dan 40 mm menunjukkan penurunan nilai kuat tekan beton, sedangkan variasi untuk ukuran agregat kasar 20 mm, dan 40 mm menunjukan semakin besar modulus elastisitas beton yang dihasilkan.

#### KESIMPULAN

1. Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari untuk variasi ukuran agregat kasar 10 mm, 20 mm dan 40 mm berturut-turut sebesar 29,15 MPa; 28,60 MPa; 28,50 MPa.
2. Modulus elastisitas rata-rata pada umur 28 hari untuk variasi ukuran agregat kasar 10 mm, 20 mm dan 40 mm berturut-turut sebesar 3033 MPa; 3856 MPa; 3950 MPa.
3. Penggunaan variasi ukuran agregat pada beton normal untuk umur 28 hari mempengaruhi kuat tekan beton dan modulus elastisitas, semakin besar ukuran agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton akan menyebabkan semakin berkurangnya nilai kuat tekan beton namun nilai modulus elastisitas semakin besar.
4. Pada variasi ukuran agregat kasar 10 mm, 20 mm, dan 40 mm melampaui mutu beton yang disyaratkan sebesar 17,5 MPa.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim (1990), SNI 03-1974-1990 Tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standarisasi Nasional.  
Anonim (2002), SNI 03-2834-2002 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standarisasi Nasional.

Anonim (2002), SNI SNI-03-2847, 2002 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangun Gedung, Badan Standarisasi Nasional.

Anonim. 2011. Petunjuk Praktikum Praktek Teknologi Beton. Laboratorium Struktur. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Jember.

Anonim.2006. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (Standar SK. SNI T-15 1990-03). Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Badan Standar Nasional (BSN).

Departemen Pekerjaan Umum, (2000). Standar Nasional Indonesia (Tata Cara Pembuatan Beton Normal), SNI 03-2834-2000, Bandung.

Annual Book of ASTM Standards, 2002, ASTM C469-02 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM.

Anonim, 1996, Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis Dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer (SNI 03-4169-1996), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, (2000). Standar Nasional Indonesia (Tata Cara Pembuatan Beton Normal), SNI 03-2834-2000, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, (1990). Standar Nasional Indonesia (Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar), SNI 03-1968-1990, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum, (1990). Standar Nasional Indonesia (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pada Agregat Halus), SNI 03-1970-1990, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, (2008). Standar Nasional Indonesia (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pada Agregat Kasar), SNI 03-1969-2008, Jakarta.

Ikhsanudin, (2011). Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Pada Beton Precast dengan Agregat Daur Ulang dan Serat Baja Limbah Ban.

Mulyono, T., (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi. PBI 1971 NI-2 Bab.3 Pasal 3.4, "Agregat Kasar (Kerikil dan Batu Pecah)", Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

Maria M. M. Pade (2013). Pemeriksaan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud.

Mulyanto, Tri. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.

Muson Mula Istianto, (2010). Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Tambah Metakaolin dan Serat Aluminium.

PBBI 1971. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.

S, Wuryati dan R, Candra. 2001. Teknologi Beton. Yogyakarta: Kanasius.

SK SNI T-15-1990-03. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji. Badan Standar Nasional (BSN).

SK SNI T-15-1990-03. Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji. Badan Standar Nasional (BSN)

- SK SNI S-04-1990-F. (Sfesifikasi Agregat Sebagai Bahan Campuran Beton), Yayasan LPMB, Jakarta.
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standar Nasional (BSN)
- SNI-03-1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Agregat. Badan Standar Nasional (BSN)
- SNI-03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat. Badan Standar Nasional (BSN)
- SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan standar Nasional.
- SNI 03-1750-1990. Agregat Beton, Mutu Dan Cara Uji. Badan Standar Nasional (BSN).
- SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Standar Nasional (BSN).
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Kasar dan halus. Badan Standar Nasional (BSN).
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Bandar Standar Nasional (BSN).
- SNI 03-4840-1998. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat. Badan Standar Nasional (BSN).
- SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran untuk Beton Normal
- SNI 1972-2008 Tentang Cara Uji Slump Beton
- Soleman, Yoppy (2005). Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Terhadap Modulus Elastisitas Beton. Tjokrodimujlo. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta: Naviri.