**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT**

**DENGAN KONSENTRASI PANJANG 8 CM TERHADAP**

**KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

***THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF BENDRAT***

***WIRE FIBER WITH A CONCENTRATION OF 8 CM IN***

 ***LENGTH TO THE COMPRESSIVE STRENGTH***

***AND TENSILE STRENGTH OF CONCRETE***

**Emma Adelia**

Mahasiswi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

*emmaadelia16@gmail.com*

**Joko Suryono**

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

*jokosuryono55@gmail.com*

**Afif Bizrie Mardhanie**

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

*fifa\_yudhistira@yahoo.com*

**INTISARI**

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang terbuat dari campuran yang homogen antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Beton banyak digunakan pada pembangunan dalam bidang konstruksi, baik pada jembatan, jalan, bangunan gedung maupun konstruksi yang lain. Beton memiliki kelebihan yaitu kekuatan tekan yang tinggi, selain memiliki kelebihan beton juga memiliki kelemahan diantaranya kuat tarik yang jauh lebih kecil sehingga beton memiliki memerlukan perlakuan khusus untuk mengatasi kelemahan yang ada salah satu cara adalah penambahan serat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan dan mengetahui perbedaan nilai kuat tekan tekan dan kuat tarik belah antar beton normal dan menggunakan campuran kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm. benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah kubus ukuran panjang 15cm, lebar 15cm dan tinggi 15 cm untuk pengujian kuat tekan dan silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pengujian kuat tarik belah. Variasi penambahan bendrat 0%,0,2%,0,4%0,6%,0,8% dan 1% dari berat total material, beton diuji pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian diperoleh hasil kuat tekan tertinggi terhadap beton normal terdapat pada variasi penambahan bendrat 0,8% dengan presentase meningkat sebesar 13,5% dengan nilai kuat tekan sebesar 29,48 MPa. Presentase tertinggi kuat tarik belah tertinggi terhadap beton normal terdapat pada variasi penambahan bendrat 0,8% dengan presentase meningkat sebesar 17,3% dengan kuat tekan sebesar 7,39 MPa.

**Kata kunci**: Kawat Bendrat, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

1

***ABSTRACT***

*Concrete is a construction material made from a homogeneous mixture of cement, coarse aggregate, fine aggregate and water. Concrete is widely used in construction in the field of construction, both on bridges, roads, buildings and other constructions. Concrete has advantages that are high compressive strength, in addition to having strengths, concrete also has disadvantages including a much smaller tensile strength so that concrete has a need for treatment specifically to overcome the weaknesses that there is one way is the addition of fiber. The purpose of this study was to determine the effect of addition and determine the difference in compressive strength and tensile strength between normal concrete and using a mixture of bendrat wire with a concentration length of 8 cm. The specimens used in this study are cubes of length 15cm, width 15cm and height 15 cm for testing compressive strength and cylindrical diameter 10 cm and height 20 cm for testing tensile strength. Variations in the addition of bendrat 0%, 0.2%, 0.4% 0.6%, 0.8% and 1% of the total weight of the material, the concrete wastested at 28 days. From the results of the study, the highest compressive strength results of normal concrete are found in the addition of 0.8% bendrat with a percentage increase of 13.5% with compressive strength of 29.48 MPa. The highest percentage of highest tensile strength to normal concrete is found in the variation of 0.8% bendrat with the percentage increasing by 17.3% with compressive strength of 7.39 MPa.*

***Keywords****: Bendrat Wire, Compressive Strength, Split Tensile Strength*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang terbuat dari campuran yang homogen antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Beton banyak digunakan pada pembangunan dalam bidang konstruksi, baik pada jembatan, jalan, bangunan gedung maupun konstruksi yang lain.

Beton juga memiliki kelebihan yaitu kekuatan tekan yang tinggi, tahan terhadap api dan cuaca, adukan beton mudah diangkut dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan, serta biaya perawatannya cukup rendah.

Selain memiliki kelebihan beton juga memiliki kelemahan diantaranya kuat tarik yang jauh lebih kecil dari kuat tekannya sehingga hal ini menjadikan beton memerlukan perlakuan khusus untuk mengatasi kelemahan yang ada pada beton.

Salah satu cara mengatasi masalah tersebut adalah dengan menambahkan serat (*fiber)* ke dalam adukan beton. Menurut Purwanto (1991), ada beberapa jenis serat yang digunakan dalam campuran beton yaitu baja (*steel*), karbon (*carbon*), kaca (*glass)* dan plastik (*polypropylene).* Selain itu bahan *fiber* yang didapat dari alam untuk keperluan non struktural seperti ijuk, kelapa dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya juga dapat dipakai. Serat baja lebih banyak digunakan karena jenis serat yang tinggi, elastis dan lekatan yang cukup.

Serat baja sebagai bahan tambah pada campuran beton untuk struktur sulit didapatkan karena harus mendatangkannya dulu dari luar negeri, sehingga kurang ekonomis. Untuk mengatasi hal itu maka banyak peneliti mencari bahan pengganti serat baja yang mudah didapatkan di pasar lokal salah satunya kawat bendrat.

Suhendro (1991), telah menemukan bahan lokal yang mudah didapat di Indonesia dan harganya yang murah dibandingkan serat baja yaitu kawat bendrat yang dipotong-potong sepanjang 6 cm dengan diameter 1 mm. Daru hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan kualitas beton menjadi sangat liat (*ductile*), kuat desak, kuat tarik dan ketahanan terhadap kejut juga meningkat. Tingkat perbaikannya juga tidak kalah dengan hasil-hasil yang dilaporkan di luar negeri dengan menambahkan serat baja yang asli.

**Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat berupa kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton?

2

1. Berapa persen perbedaan kuat tekan dan kuat tarik belah antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm?

**Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat berupa kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
2. Untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah antara beton normal dan beton yang menggunakan campuran kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm.

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Beton**

Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m3 dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa pecah.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain:

Kelebihan beton:

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi;
2. Mampu memikul beban yang berat;
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi;
4. Biaya pemeliharaan yang kecil;
5. Tahan terhadap tekan.

Kekurangan beton :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah;
2. Membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam pelaksanaan pekerjaannya;
3. Lemah terhadap tarik.

**b. Beton Serat (Fiber Concrete)**

Serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland atau bahan

pengikat hidrolis lainnya yang ditambah dengan agregat halus dan kasar, air, dan diperkuat dengan serat. (Hannant, 1978)

Beton dapat berupa serat asbestos, serat plastik (poly-propyline), potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, sabut kelapa, bamboo dan ijuk). (Trimulyono, 2004).

Ide dasar dari campuran beton serat adalah menulangi beton dengan fiber yang disebar secara merata ke dalam adukan beton, dengan orientasi acak (*random*) sehingga mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. (Sudarmoko, 1991).

Kelebihan Penggunaan Serat:

1. Kemungkinan terjadi segregasi kecil;
2. Tahan benturan dan retak-retak yang terjadi dapat direduksi;
3. Beton menjadi lebih kaku;
4. Meningkatkan kuat tarik, kuat tekan dan daktilitas (kemampuan menyerap energi).

Kekurangan Penggunaan Serat:

1. Proses pengerjaan lebih sulit dari beton biasa;
2. Terjadi korosi pada serat jika tidak terlindung dengan baik oleh beton.
3. **Serat Kawat**

Pada penelitian Suhendro (1991) telah berusaha mencari alternatif penggunaan bahan lokal yang mudah didapat di Indonesia dan harganya relatif murah sebagai pengganti serat produksi pabrik. Bahan lokal tersebut berupa potongan-potongan kawat bendrat dengan panjang 6 cm dan diameter 1 mm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa beton menjadi sangat liat (*ductile*), kuat tarik dan ketahanan terhadap kejut juga meningkat. Dengan demikian tingkat perbaikan beton menggunakan bahan lokal tidak kalah dibandingkan dengan serat baja asli luar negeri.

1. **Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Dalam pengujian kuat tekan beton, benda uji dapat berupa kubus dan silinder. Kuat tekan beton ditentukan oleh proposi bahan yaitu semen, agregat kasar, agregat halus dan air.

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dari beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat yang lain juga baik. Menurut SNI 1974:2011 kuat tekan beton dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

3

$$f'c=\frac{P}{A}$$

Keterangan:

f’c = Kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang tertekan (mm2)

1. **Kuat Tarik Belah Beton**

Kuat tarik adalah salah satu parameter penting dalam kekuatan beton. Nilai kuat tarik diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder yang diletakkan seara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji. Ketika kuat tarik tercapai maka benda uji akan terbelah menjadi dua (SNI 03-2491-2002).

Kekuatan tarik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Fct=\frac{2P}{LD}$$

Keterangan :

Fct = Kuat tarik beton (MPa)

P = beban maksimum pada saat benda uji terbelah (N)

L = panjang benda uji (mm)

D = diameter benda uji (mm)

**METODE PENELITIAN**

Penelitiandilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda. metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium dengan membuat beton mutu normal dan menambahkan kadar serat bendrat sebanyak 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% dari berat total material. Dari perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu 20 MPa. Benda uji kuat tekan berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan benda uji kuat tarik belah berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian kuat tekan, dan kuat tarik belah beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

4



**Gambar 1**. Bagan alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. **Penggunaan Kawat Bendrat**

Untuk mengetahui berapa banyak kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm yang diperlukan perhitungan, kebutuhan kawat bendrat dihitung dari berat total material.

Tabel 1. Kebutuhan kawat bendrat benda uji

kubus

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Variasi Bendrat | Kebutuhan (gr) |
| 1 Sampel | 5 Sampel |
| 1 | 0,2 % | 19 | 95 |
| 2 | 0,4 % | 38 | 190 |
| 3 | 0,6 % | 57 | 285 |
| 4 | 0,8 % | 76 | 380 |
| 5 | 1 % | 95 | 475 |

Tabel 2. Kebutuhan kawat bendrat benda uji silinder

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Variasi Bendrat | Kebutuhan (gr) |
| 1 Sampel | 5 Sampel |
| 1 | 0,2 % | 10 | 50 |
| 2 | 0,4 % | 20 | 100 |
| 3 | 0,6 % | 30 | 150 |
| 4 | 0,8 % | 40 | 200 |
| 5 | 1 % | 50 | 250 |

**Pengujian *Slump Test***

Pengujian *slump test* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan dalam pengerjaan. Pada penelitian ini direncanakan nilai *slump* sebesar 30-60 mm. *Slump test* dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang memiliki diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dengan tongkat pemadat diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm.

Hasil dari pembuatan sampel beton yang dilakukan dengan menggunakan faktor air semen (fas) = 0,6 menghasilkan nilai slump yang beragam dengan interval antara 30-60 mm. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Nilai benda uji kubus

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sample No. | Variasi Bendrat (%) | Nilai Slump (cm) Benda Uji |
| Kubus | Silinder |
| 1 | 0 | 0,45 | 0,45 |
| 2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| 3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 4 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| 5 | 0,8 | 0,35 | 0,35 |
| 6 | 1 | 0,3 | 0,35 |

**Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air.

5

Perawatan (*curing*) dilakukan setelah beton berumur 1 hari. 3 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji beton diambil dari tempat perawatan dan diangin-anginkan.

**Pengujian Kuat Tekan Beton**

Hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan campuran variasi serat bendrat dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nama Sampel | Serat Bendrat (%) | Kuat Tekan rata-rata (Mpa) |
| BN | 0 | 25.97 |
| BV 0.2% | 0.2 | 23.22 |
| BV 0.4% | 0.4 | 20.36 |
| BV 0.6% | 0.6 | 19.23 |
| BV 0.8% | 0.8 | 29.48 |
| BV 1% | 1 | 23.67 |

Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan beton pada presentase penambahan bendrat 0% yaitu 25,97 MPa, kemudian terjadi penurunan pada presentase penambahan bendrat 0,2% yaitu 23,22 MPa, presentase penambahan bendrat 0,4% yaitu 20,36 MPa, presentase penambahan bendrat 0,6% yaitu 19,23 MPa. Kemudian kuat tekan meningkat pada presentase penambahan bendrat 0,8% yaitu 29,48 MPa dan mengalami penurunan kembali pada presentase penambahan bendrat 1% yaitu 23,67 MPa.

**Gambar 2**. Grafik perbandingan uji

kuat tekan beton

**Perhitungan dan Hasil Kuat Tekan Karakteristik (*f’ck*)**

Kuat tekan karakteristik (*f’ck*) adalah serangkaian data pengujian kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur 28 hari dan ditetapkan sebagai nilai kuat tekan karakteristik beton tersebut. Nilai ini dipengaruhi oleh nilai deviasi standar (penyimpangan) dari data pengujian kuat tekan beton yang didapat dari penelitian ini.

Tabel 6. Nilai f’ck campuran bendrat

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Variasi SeratBendrat(%) | Nilai Kuat TekanKarakteristik(Mpa) | Penurunan (%) |
|
|
| 1 | 0 | 25.39 | 0.0 |
| 2 | 0.2 | 23.20 | 8.6 |
| 3 | 0.4 | 20.63 | 18.8 |
| 4 | 0.6 | 21.85 | 13.9 |
| 5 | 0.8 | 29.02 | -14.3 |
| 6 | 1 | 22.70 | 10.6 |

**Gambar 3**. Grafik hubungan nilai kuat tekan karakteristik terhadap bendrat

Berdasarkan gambar 3 diketahui bahwa kuat tekan karakteristik beton meningkat pada presentase 0,8% dengan nilai kuat tekan karakteristik beton sebesar 29,02 MPa terhadap beton normal. Sedangkan penurunan terjadi pada beton dengan variasi 0,4% sebesar 20,63 MPa terhadap beton normal.

**Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal dan beton dengan campuran variasi bendrat dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tarik belah rata-rata

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nama Sampel** | **Umur (Hari)** | **Serat Bendrat**  | **Kuat Tarik Belah Rata-rata** |
| **(%)** | **(MPa)** |
| BN | 28 | 0 | 6.30 |
| BV 0.2% | 28 | 0.2 | 5.68 |
| BV 0.4% | 28 | 0.4 | 4.86 |
| BV 0.6% | 28 | 0.6 | 6.49 |
| BV 0.8% | 28 | 0.8 | 7.39 |
| BV 1% | 28 | 1 | 6.54 |

**Gambar 4**. Grafik perbandingan uji kuat tarik belah beton

Berdasarkan gambar 4 dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tarik belah pada presentase penambahan bendrat 0% yaitu 6,30 MPa, kemudian penurunan kuat tarik belah berada pada presentase penambahan bendrat 0,2% yaitu 5,68 MPa dan presentase 0,4% yaitu 4,86 MPa. Kemudian kuat tarik belah meningkat pada presentase penambahan bendrat 0,6% yaitu 6,49 MPa, presentase 0,8% yaitu 7,39 MPa dan menurun kembali pada presentase 1% yaitu 6,54 MPa terhadap beton normal.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada variasi presentase campuran serat kawat bendrat 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan beton penurunan terjadi pada presentase 0,2% = 23,22 MPa, presentase penambahan bendrat 0,4% = 20,36 MPa, presentase penambahan bendrat 0,6% = 19,23 MPa kemudian meningkat pada presentase penambahan bendrat 0,8% = 29,48 MPa dan mengalami penurunan kembali pada presentase penambahan bendrat 1% = 23,67 MPa terhadap beton normal sebesar 25,97 MPa.

6

1. Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton penurunan terjadi pada presentase penambahan bendrat 0,2% = 5,68 MPa, presentase penambahan bendrat 0,4% = 4,86 MPa, kemudian meningkat pada presentase 0,6% = 6,49 MPa, presentase penambahan bendrat 0,8% = 7,39 MPa dan kembali menurun pada presentase penambahan bendrat 1% = 6,54 MPa terhadap beton normal dengan kuat tarik belah sebesar 6,30 MPa.
2. Dari hasil analisa statistik pada kuat tekan beton didapatkan nilai R *Square* (R2) = 0,008 dan anova didapatkan H0 diterima maka tidak adanya pengaruh secara signifikan antara penambahan kawat bendrat dengan nilai kuat tekan beton.
3. Dari hasil analisa statistik pada kuat tekan beton didapatkan nilai R *Square* (R2) = 0,246 dan anova didapatkan H0 diterima maka tidak adanya pengaruh secara signifikan antara penambahan kawat bendrat dengan nilai kuat tekan beton.

**Saran**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan, sehingga dengan kesimpulan dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini hubungan antara kawat bendrat dengan kuat tekan dan kuat tarik belah beton sangat rendah perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh penambahan serat kawat bendrat dengan konsentrasi panjang 8 cm dengan penambahan presentase variasi bendrat yang berbeda.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan jika kondisi alat dan benda uji memadai dalam pembuatan campuran beton sebaiknya dilakukan pengadukan 1 kali untuk semua benda uji yang direncanakan agar hasilnya tidak berbeda, dan ketelitian pada saat pembuatan benda uji juga diperhatikan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Departemen Pekerjaan Umum. (2010). *Spesifikasi Umum (Revisi 3) Prasarana Transportasi Divisi 7 (Struktur).*

Foermansah, R. (2013). *Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Serat Kawat Bendrat Berbentuk “Z” Sebagai Bahan Tambah*. Skripsi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

7

Hannant, D.J. (1978). *Fibre Cements and Fibre Concretes*. New York: John Wiley & Sons.

Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.

Maulana, M.B. (2017). *Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan.

Standarisasi Nasional. 03-2834. (2000) *TataCara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Standarisasi Nasional. 1974. (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Standarisasi Nasional. 03-2491. (2002) *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.*

Standar Nasional Indonesia 03-1970-2008. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*

Standar Nasional Indonesia 03-1971-2008. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.*

Standar Nasional Indonesia 03-2417-2008. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles.*

Standar Nasional Indonesia 03-1973-2008. *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Udara Beton.*

Standar Nasional Indonesia 03-1972-2008. *Metode Pengujian Slump Beton.*

Standar Nasional Indonesia 03-6826-2000. *Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.*

7

Standar Nasional Indonesia 15-2531-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland.*

Standar Nasional Indonesia 03-6827-2000. *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.*

Standar Nasional Indonesia 03-2847-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*

Standar Nasional Indonesia 15-7064-2004. *Semen Portland Komposit.*

Suhendro, B. (1991). *Pengaruh Fiber Kawat Lokal pada Sifat-sifat Beton.* Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian UGM.

Soroushian, P., Bayasi, Z. (1987). *Concept of Fiber Reinforces Concrete*. Proceeding of the International Seminar on Fiber Reinforced Concrete. Michigan State University. Michigan, USA.

Sudarmoko, (1991). *Kuat Tarik Beton Serat,* Seminar Mekanika Bahan dalam Berbagai Aspek. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada.

Sagit, N. & Ngini, G. (2010). *Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*. *Jurnal* Universitas Palangka Raya*.*

Suprihatin, Nur. (2013). *Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton engan Serat Kawat Bendrat Berbentuk “W” Sebagai Bahan Tambah.* Skripsi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

8

8