

Pengaruh Nilai Abrasi Limbah Beton (*Reycle*) Pada Pembuatan Beton Normal

M. Reza Ainur Rifki^{1*}, Bella Lutfiani Al zakina¹, Ir. H. Zainuddin¹

¹Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp. (0353) 881984 PO. BOX. 114 BOJONEGORO

*mrezaainurrifki@gmail.com

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang saat ini banyak digunakan dalam berbagai bagian bangunan yang kita temui selama proses pembangunan, seperti pada gedung, jalan, dan jembatan. Penelitian secara kuantitatif adalah jenis penelitian yang diambil. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan benda uji silinder 15 cm x 30 cm, penambahan pecahan agregat kasar limbah beton sebanyak 0%, 5%, 15%, dan 25%. Benda uji dibuat 6 sampel untuk diuji pada umur uji 14 dan 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 kuat tekan pada beton dengan variasi 0% memiliki kuat tekan sebesar 8,58 Mpa, variasi 5% memiliki kuat tekan sebesar 8,12 Mpa, variasi 15% memiliki kuat tekan sebesar 9,27Mpa dan variasi 25% memiliki kuat tekan sebesar 10,25 Mpa, sedangkan kuat tekan beton umur 28 hari mengalami peningkatan dibandingkan umur 14 hari, dengan variasi penambahan 0% (beton normal), memiliki kuat tekan rata rata 20,70 Mpa, variasi 5% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa, variasi 15% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa dan yang terakhir variasi 25% memiliki kuat tekan rata rata 9,58 Mpa. Semakin banyak penggunaan limbah beton dalam campuran maka dapat menurunkan kuat tekan beton. Substitusi pada 5% menjadi paling optimal untuk hasilnya. Kualitas limbah beton yang bervariasi menjadi penyebab turunnya kuat tekan beton dan menjadikan perbedaan pada sifat beton.

Kata kunci: beton, kuat tekan, abrasi, limbah beton

ABSTRACT

Construction material that is currently very commonly used in parts of buildings that we encounter in the construction process such as buildings, roads and bridges. The type of research used in this research is quantitative research. This research was carried out experimentally with cylindrical specimens of 15 cm x 30 cm. The addition of coarse aggregate fractions from concrete waste was 0%, 5%, 15% and 25%. And concrete testing was carried out at the age of 14 and 28 days, each consisting of 6 test object. The results of this research show that the compressive strength produced at age 14, the compressive strength of concrete with a 0% variation has a compressive strength of 8.58 Mpa, a 5% variation has a compressive strength of 8.12 Mpa, a 15% variation has a compressive strength of 9, 27Mpa and a variation of 25% has a compressive strength of 10.25 Mpa, while the compressive strength of concrete aged 28 days has increased compared to age 14 days, with an additional variation of 0% (normal concrete), has an average compressive strength of 20.70 Mpa, variation 5 % has an average compressive strength of 17.43 Mpa, the 15% variation has an average compressive strength of 17.43 Mpa and the final 25% variation has an average compressive strength of 9.58 Mpa. The results of this research show that the greater the variation in the use of concrete waste, the greater the decrease that occurs in the compressive strength value of the concrete. And the most optimal substitution from this research is 5% waste substitution. Variability in waste quality results in differences in the properties of the concrete material produced and tends to reduce compressive strength.

Keywords: concrete, compressive strength, abrasion, concrete waste

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang paling umum digunakan dalam suatu seperti gedung, jalan, dan jembatan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menemukan variasi baru untuk konstruksi secara optimal. Beton merupakan elemen penting karena fungsinya sebagai struktur yang menggunakan agregat daur ulang, dan merupakan material yang paling sering digunakan dalam masyarakat. Keunggulan beton sebagai bahan konstruksi meliputi kekuatan tekan yang baik dan ramah lingkungan. Penggunaan material yang tepat menjadikan kebutuhan akan sebuah konstruksi sangat diperlukan untuk mempermudah dalam melakukan kegiatan. Beton memiliki sifat yang fleksibel akan kebutuhan, dengan tingkat keamanan yang tinggi karena tahan terhadap api serta biaya perawatan yang terjangkau.

Limbah konstruksi adalah material yang tidak terpakai lagi yang dihasilkan dari proses konstruksi, renovasi, modifikasi, atau barang apa pun yang dihasilkan dari suatu proses, atau hasil dari kecelakaan yang tidak dapat digunakan langsung di lokasi tersebut tanpa pengolahan lebih lanjut. Limbah konstruksi juga memberikan dampak negatif bagi kontraktor, yang dapat mengalami kerugian akibat material berlebih atau terbuang, serta memerlukan biaya tambahan untuk mengangkut limbah yang pada akhirnya meningkatkan biaya total proyek. Konstruksi menimbulkan limbah seperti baja tulangan, kayu, dan beton juga memberikan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar proyek.

2. METODE PENELITIAN

SNI-03-2834-2000 dijadikan acuan dalam penelitian yang dilakukan secara eksperimen dan pendekatan secara kuantitatif. Benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran 15 cm x 30 cm, dan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro. Penambahan pecahan agregat kasar limbah beton dilakukan dengan variasi sebesar 0%, 5%, 15%, dan 25%.

Bahan Penelitian

Proses pembuatan benda uji menggunakan material, yang terdiri dari:

1. Semen Portland Pozolan

Semen yang digunakan adalah semen portland pozolan cement (PPC) dengan merek Semen Gresik Tipe I

2. Agregat

Agregat yang digunakan, yaitu agregat kasar dan halus. Pasir adalah agregat halus yang dapat lolos dari saringan berukuran 4,80 mm, sementara batu pecah sebagai agregat kasar dengan ukuran maksimum 40 mm. Pasir lumajang digunakan sebagai agregat halus yang didapatkan dari toko bangunan sekitar Bojonegoro.

Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil lokal dari Bojonegoro

3. Air

Air berfungsi sebagai campuran dalam beton, yang bereaksi dengan semen sebagai bahan pengikat agregat, serta dipakai dalam proses perawatan benda uji beton setelah dicetak

(curing). Penggunaan air untuk pembuatan benda uji diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro.

4. Bahan tambah

Bahan tambah yang di gunakan pada pembuatan ini yaitu Pecahan agregat kasar limbah beton dari pabrik pembuatan uditch di kecamatan Sumberrejo.

Alat Penelitian

Proses pembuatan benda uji beton menggunakan beberapa alat bantu dan alat uji, yaitu:

1. Ayakan

Ayakan dengan ukuran lubang berturut-turut 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm, dilengkapi dengan penutup dan alat penggetar, digunakan untuk menentukan gradasi agregat halus dan kasar.

2. Timbangan Digital

Timbangan digital dengan kapasitas 100 kg digunakan untuk menimbang material-material yang akan diuji, termasuk semen, pasir, dan kerikil sebagai bahan beton sebelum dicampur.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur dengan kapasitas 1000 cc digunakan untuk mengukur volume air, misalnya saat pemeriksaan kandungan kadar lumpur dan pembuatan benda uji.

4. Piknometer

Piknometer yang memiliki kapasitas 500 cc digunakan untuk memeriksa berat jenis dan penyerapan agregat pasir.

5. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, berat jenis dan gradasi agregat.

6. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams, dilengkapi dengan pelat baja dan tongkat besi, digunakan untuk mengukur konsistensi atau workability adukan beton dengan percobaan Slump Test.

7. Cetakan Beton

Cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm terbuat dari bahan baja digunakan untuk mencetak benda uji.

8. Mesin Pengaduk Beton (Concrete Mixer)

Mesin pengaduk beton dengan kapasitas 0,125 m³ dan kecepatan 20-30 rpm digunakan untuk mencampur bahan adukan beton.

9. Mesin Penguji Kuat Tekan

Mesin penguji kuat tekan dengan kapasitas pembebanan maksimum 150 ton dan ketelitian baca 0,01 ton digunakan untuk menguji kuat tekan beton silinder.

10. Tongkat Baja

Tongkat baja digunakan untuk pengujian slump dan pemadatan pada cetakan silinder beton.

11. Bak Perendam

Bak perendam digunakan untuk merendam benda uji selama proses perawatan.

12. Alat Bantu

Beberapa alat bantu seperti sendok semen, stopwatch, palu karet, dan mistar digunakan selama proses pembuatan benda uji.

Langkah Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

- a. Melakukan studi literatur seperti buku, jurnal, artikel, dan lain – lain sesuai dengan penelitian yang akan diambil.
- b. Pengadaan material seperti agregat halus, agregat kasar, semen Portland, air, bahan tambah, dan peralatan.Uji Material.

2. Uji material dilakukan dari analisis pembagian butiran, berat jenis agregat, berat jenis, kadar air, kadar organik, dan kadar lumpur, Abrasi.

3. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode berdasarkan SNI-03-2834-2000.

4. Pengujian Nilai Slump Test

Pengujian nilai slump test dilakukan untuk mengukur kelecakan beton segar yang berhubungan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan.

5. Pembuatan Beton Segar

Pembuatan beton segar menggunakan mesin pengaduk beton.

6. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

7. Perawatan Benda Uji

Perawatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perendaman dalam air (curing) selama 28 hari.

8. Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilakukan dengan cara benda uji diletakkan pada bidang tekan pada mesin dan pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

9. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

10. Kesimpulan dan Saran

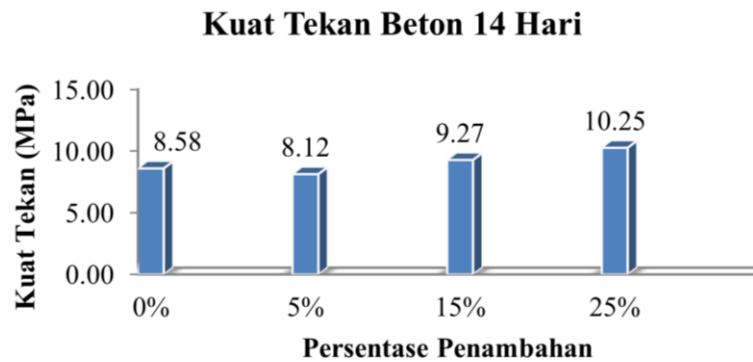
Kesimpulan dan saran bertujuan untuk menyimpulkan apa yang telah didapat dari hasil penelitian dan saran untuk peneliti selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tekan F_c' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
0%	14 Hari	1	11.94	9.5	8.58
	14 Hari	2	12.12	9.2	
	14 Hari	3	11.94	8.0	
	14 Hari	4	12.10	7.4	
	14 Hari	5	11.92	8.1	
	14 Hari	6	12.00	9.3	
5%	14 Hari	1	11.96	7.4	8.12
	14 Hari	2	12.04	9.4	
	14 Hari	3	11.94	7.9	
	14 Hari	4	11.85	6.4	
	14 Hari	5	12.08	8.3	
	14 Hari	6	12.14	9.3	
15%	14 Hari	1	11.86	13.2	9.27
	14 Hari	2	12.05	8.5	
	14 Hari	3	11.92	10.6	
	14 Hari	4	12.01	5.8	
	14 Hari	5	12.09	11.7	
	14 Hari	6	11.90	5.8	
25%	14 Hari	1	11.86	6.8	10.25
	14 Hari	2	11.95	11.2	
	14 Hari	3	11.74	10.6	
	14 Hari	4	11.89	12.6	
	14 Hari	5	11.76	10.2	
	14 Hari	6	11.82	10.1	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Fakultas Sainstek, 2024



Gambar 1. grafik hasil pengujian kuat tekan beton 14 hari

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Fakultas Sainstek, 2024

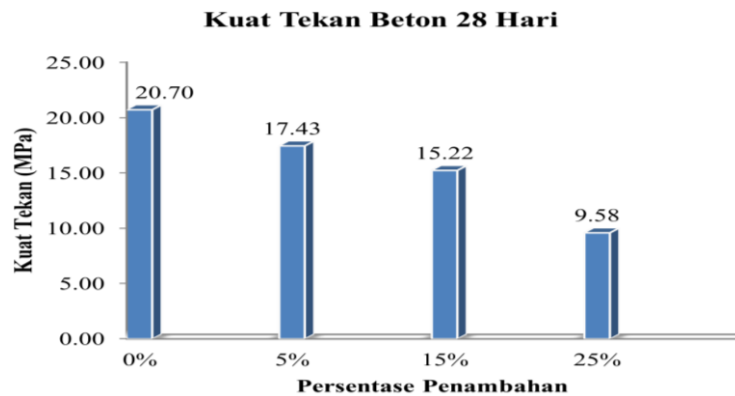
Seperti yang terlihat pada grafik di atas, penambahan pecahan limbah beton variasi 25% pada umur 14 hari dapat mempengaruhi kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal 0%, dengan nilai kuat tekan sebesar 10,25 Mpa. Sedangkan untuk variasi 5% memiliki kuat tekan rata rata paling rendah di dibandingkan dengan beton bervariasi 25% pada umur 14 hari.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
0%	28 Hari	1	12.38	23.9	20.70
	28 Hari	2	12.41	18.7	
	28 Hari	3	12.34	22.4	
	28 Hari	4	12.43	20.7	
	28 Hari	5	12.49	17.6	
	28 Hari	6	12.41	20.9	
5%	28 Hari	1	12.12	19.4	17.43
	28 Hari	2	12.07	17.9	
	28 Hari	3	12.11	14.0	
	28 Hari	4	12.19	17.3	
	28 Hari	5	12.02	17.4	
	28 Hari	6	12.10	18.6	
15%	28 Hari	1	12.03	16.0	15.22
	28 Hari	2	12.06	16.7	
	28 Hari	3	11.93	16.7	
	28 Hari	4	11.92	13.4	
	28 Hari	5	12.04	13.7	
	28 Hari	6	12.05	14.8	
25%	28 Hari	1	11.87	12.3	9.58
	28 Hari	2	11.56	7.6	

28 Hari	3	11.77	11.3
28 Hari	4	11.78	10.5
28 Hari	5	11.73	8.2
28 Hari	6	11.66	7.6

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Fakultas Sainstek, 2024



Gambar 2. grafik hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Fakultas Sainstek, 2024

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat diketahui bahwa penambahan limbah beton tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton. Ditinjau dari tabel uji kuat tekan diatas dapat diketahui bahwa beton normal dengan substitusi limbah pecahan beton mengalami penurunan kuat tekan jika dibandingkan dengan beton normal (0%). Seperti yang terlihat dari grafik diatas, variasi penambahan yang optimal adalah 0%, memiliki kuat tekan rata rata 20,70 Mpa, variasi 5% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 15,80% dari kuat tekan beton normal (0%), variasi 15% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 26,47% dari kuat tekan beton normal, dan yang terakhir variasi 25% memiliki kuat tekan rata rata 9,58 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 53,72% dari kuat tekan beton normal.

Analisis Data

Dari data pengujian dapat dianalisis untuk hasil kuat tekan beton pada umur 14 hari berdasarkan nilai abrasi limbah beton mengalami kenaikan kuat tekan pada beton dengan variasi 25% memiliki kuat tekan sebesar 10,25 Mpa, sedangkan kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi penambahan 0% (beton normal), memiliki kuat tekan rata rata 20,70 Mpa, variasi 5% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 15,80% dari kuat tekan beton normal (0%), variasi 15% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 26,47% dari kuat tekan beton normal, dan yang terakhir variasi 25% memiliki kuat tekan rata rata 9,58 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 53,72% dari kuat tekan beton normal.

Untuk rata rata hasil pengujian kuat tekan pada variasi 5%, 15%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan karena kemungkinan disebabkan oleh daya tahan pada limbah beton itu sendiri lebih berkurang dari pada batu alami (batu pecah), dan variabilitas kualitas limbah berakibat mengubah sifat beton yang dihasilkan menjadi berbeda-beda.

penurunan kuat tekan beton yang paling drastis terjadi pada variasi 25% yang dimana rata rata hasil uji kuat tekan yang dihasilkan adalah 9,58 Mpa. Sedangkan untuk variasi yang paling memungkinkan untuk dibuat berdasarkan hasil penelitian ini sebagai upaya pemanfaatan limbah beton adalah beton normal yang bervariasi 5%, hal tersebut dikarenakan rata rata hasil uji kuat tekan yang dihasilkan memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa dan memiliki presentasi penurunan paling kecil yaitu 15,80% terhadap nilai rata rata nilai kuat tekan beton normal.

Akan tetapi dengan selisih nilai kuat tekan yang tidak terlalu besar, saya rasa program limbah beton sebagai upaya untuk mengolah limbah kembali masih dapat dilakukan, variasi yang paling memungkinkan untuk dipakai berdasarkan penelitian ini adalah beton normal yang bervariasi 5% dengan kuat tekan rata rata 17,43 Mpa. Pengujian kuat tekan dengan berbagai variasi tidak dapat memenuhi kuat tekan rencana yaitu 25 MPa.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Bojonegoro maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari data hasil uji kuat tekan benda uji dapat disimpulkan bahwa untuk hasil kuat tekan beton umur 28 hari berdasarkan nilai abrasi limbah beton mengakibatkan penurunan kuat tekan, dengan variasi penambahan 0% (beton normal), memiliki kuat tekan rata rata 20,70 Mpa, variasi 5% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 15,80% dari kuat tekan beton normal (0%), variasi 15% memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 26,47% dari kuat tekan beton normal, dan yang terakhir variasi 25% memiliki kuat tekan rata rata 9,58 Mpa yakni mengalami penurunan sebesar 53,72% dari kuat tekan beton normal. Penggunaan limbah beton pada campuran beton dengan variasi yang meningkat menjadikan beton mengalami penurunan kuat tekan.
2. Substitusi limbah beton sebagai agregat kasar yang paling optimal adalah beton normal yang bervariasi 5%, hal tersebut dikarenakan rata rata hasil uji kuat tekan yang dihasilkan memiliki kuat tekan rata rata 17,43 Mpa dan memiliki presentasi penurunan paling kecil yaitu 15,80% terhadap nilai rata rata nilai kuat tekan beton normal sebesar 20,70 Mpa. Dari semua pengujian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa nilai abrasi pada agregat dapat mempengaruhi kekuatan pada beton itu sendiri.

SARAN

Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya untuk pengoptimalisasian beton, sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan penambahan limbah beton dengan variasi kurang dari 5%, karena penelitian kali ini variasi diatas 5% masih kurang maksimal karena masih mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton.
2. Pemakaian limbah beton dari beton mutu tinggi untuk hasil yang lebih maksimal.
3. Perlu dilakukan penelitian penambahan limbah pecahan beton dengan melakukan perencanaan curing (perawatan beton) dengan umur lebih dari 28 hari atau dengan umur 56 hari agar dapat hasil yang didapatkan lebih terkontrol

4. Perataan pada benda uji pada permukaan atas dan bawah silindris harus diperhatikan pada pengujian kuat tekan dan bisa dibantu dengan pemberian caping dari sulfur (belerang).
5. Perlu dilakukan penelitian penambahan zat adiktif untuk memaksimalkan kuat tekan beton daur ulang dalam campuran beton yang dapat dibuat dalam lanjutan penelitian ini

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andardi, F. R., & Prasetyo, L. (2022). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar dan Agregat Halus Berdasarkan Grafik Fuller pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan. *Rekayasa Sipil*, 11(1), 1.
- Abibullah. (2021). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 6(2), 145.
- Kusumawardhana, I., & Teguh, M. (2018). Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Beton Limbah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Normal. *Universitas Islam Indonesia*.
- Prastiyo, F. D., Cahyono, I., & Hidayat, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu F'C 18, 68 MPa. *Nucleus Journal*, 21–28.
- Surya saputro. (1945). KUAT TEKAN BETON Surya Saputro Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda , Kalimantan Timur – Indonesia. 1–11
- Iskandar, D., & Sriharyani, L. (2021). Soft Computing Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Berbasis Artificial Neural Networks. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi):Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 10(2), 148-154.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, Struktur beton bertulang, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta
- Tjokrodimuljo, K (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Sleman.
- Mulyono, T. (2005): *Teknologi beton*, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 10-38.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1992. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum*. Semarang: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- SNI 03-2847-2002. (2002): *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta: BSN, 35.
- Duff Abrams (1919,dalam Shetty, 1997). Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton.

SNI 03-6820-2002. (2002): *Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta: BSN, 1.

Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SKSNI T-15-1991-03*.

Tjokrodimuljo, 1992, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya. Yogyakarta

SK SNI S-04-1989-F, “Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar”, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

SNI 03-1974-1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30

SNI 03-2834-2000, *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*, Badan Standardisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, PUBI-1982, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

SNI 03-6468-2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.