

**PENGGUNAAN GULA PASIR SEBAGAI BAHAN CAMPURAN
PEMERLAMBAT Pengerasan BETON (RETARDER)
DITINJAU DARI KUAT TEKAN BETON**

Nono Suhana¹; Nur Asmayanti²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiralodra, Indramayu

²Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

ABSTRACT

Nowadays a lot of infrastructure development using concrete, because apart easily obtainable materials, concrete is also relatively awet. In the implementation of concrete work often occurs constraints on the weather, such as in the dry season the air temperature high enough to cause the hydration process faster than normal conditions. To overcome these obstacles, then the executor of concrete work and concrete firm slap retarder made using additional material that serves as Throttling hardening concrete. One of the ingredients that may slow the hardening of concrete is sucrose, and sucrose are the ingredients in sugar. Besides easily accessible, sugar can also be used as an alternative additive chemicals manufacturer. This study uses a mix concrete eksperimen. Pada any added sugar content ranging from 0.05%, 0.075%, 0.1% and 1% of the weight of the cement. Based on the results penelitian, showed that concrete with added sugar content of 0.05% - 1% takes connective longer than normal concrete. In addition and in terms of value for compressive strength, concrete with added sugar content of 0.05% - 0.1% shows the compressive strength higher than the compressive strength of normal concrete, while the concrete with added levels of sugar 1% proved not reach standard compressive strength.

Keyword: Concrete Compressive Strength, Sugar, Slows Hardening Concrete

ABSTRAK

Dewasa ini pembangunan infrastruktur banyak menggunakan beton, karena selain bahan mudah didapat, beton juga relatif awet. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton sering terjadi kendala pada cuaca, seperti pada musim kemarau yang temperatur udaranya cukup tinggi sehingga menyebabkan proses hidrasi lebih cepat dibandingkan kondisi normal. Untuk mengatasi kendala tersebut, maka para pelaksana pekerjaan beton dan perusahaan beton slap pakai menggunakan bahan tambahan retarder yang berfungsi sebagai pemerlambat pengerasan beton. Salah satu bahan yang dapat memperlambat pengerasan beton adalah sukrosa, dan sukrosa merupakan bahan yang terkandung dalam gula pasir. Selain mudah didapat, gula pasir juga dapat dijadikan alternatif bahan kimia aditif pabrikan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pada setiap campuran beton ditambahkan kadar gula pasir yang bervariasi mulai dari 0,05%, 0,075%, 0,1% dan 1% dari berat semen. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa beton dengan tambahan kadar gula pasir 0,05% - 1% membutuhkan waktu ikat lebih lama dibandingkan dengan beton normal. Selain itu dan segi nilai kuat tekannya, beton dengan tambahan kadar gula pasir 0,05% - 0,1% menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, sedangkan pada beton dengan tambahan kadar gula pasir 1% terbukti tidak mencapai kuat tekan standar.

Keyword : Kuat Tekan Beton, Gula Pasir, Memperlambat Pengerasan Beton

I. PENDAHULUAN

Susunan beton yang terdiri atas campuran air, semen, agregat halus dan agregat kasar sangat menentukan sifat dari beton itu sendiri. Sehingga dengan perencanaan pencampuran yang tepat akan menghasilkan kualitas beton yang baik dengan kuat tekan tinggi. Disamping bahan

utama pembentuk beton, dikenal juga beberapa jenis bahan tambahan yang dapat digunakan dalam campuran beton.

Salah satu bahan tambahan untuk pemerlambat pengerasan beton yang bermanfaat pada kondisi dimana pelaksanaan pekerjaan beton dilakukan pada musim kemarau yang temperatur udaranya cukup

tinggi, sehingga dapat menyebabkan proses hidrasi yang lebih cepat dibandingkan kondisi normal. Selain itu, manfaatnya dapat dirasakan bagi perusahaan beton siap pakai yang harus mencapai lokasi proyek yang berjarak jauh, dimana bahan campuran pemerlambat perkerasan dapat memberikan waktu tunda perkerasan sehingga mutu betonnya tetap terjaga sampai di lokasi proyek. Salah satu bahan yang dapat memperlambat pengerasan beton adalah sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), dan sukrosa merupakan bahan yang terkandung dalam gula pasir. Selain mudah didapat, gula pasir juga dapat dijadikan alternatif bahan kimia aditif pabrikan. Oleh karena itu maksud dari penelitian ini adalah untuk membuktikan kebenaran bahwa gula pasir merupakan salah satu bahan tambahan pemerlambat perkerasan beton. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif solusi bagi pelaksana proyek dalam melaksanakan pekerjaannya dan perusahaan beton siap pakai, baik untuk mengatasi pengaruh temperatur udara yang tinggi atau pun jarak yang jauh sehingga mutu beton yang digunakan akan tetap terjaga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah bahan komposit yang terdiri dari bahan berbutir yang disebut agregat yang fungsinya sebagai bahan pengisi (*filler*), yang tertanam di dalam suatu bahan matriks keras dan pasta semen yang fungsinya sebagai bahan pengikat (*binder*), dan mengisi ruang-ruang diantara butiran agregat serta melekatkan butiran agregat menjadi satu kesatuan (Cecilia Lauw, 2006).

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen *portland* air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1996; 1).

Beton merupakan campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002).

Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa beton merupakan bahan struktur yang terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air

serta dapat juga ditambah dengan bahan tambahan kimia sesuai dengan kebutuhan pekerjaan.

2.1.1 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 70% dan volume mortar atau beton. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1996; 13).

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200. Agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm (SNI-03-6861.1-2002; 27). Pasir adalah bahan batuan halus, terdiri dari butiran dengan ukuran 0,14-5 mm, didapat dari hasil desintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dengan memecahkan (*artificial sand*) (A.G Tamrin, 2008). Menurut SNI-03-6861.1-2002 (spesifikasi agregat sebagai bahan bangunan; 28) agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$
- 2) Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - (1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - (2) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci

- 5) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams Herder
 - 6) Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone 1,2,3, atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - (1) Sisa di atas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2% berat
 - (2) Sisa di atas ayakan 1,2 mm, harus minimum 10% berat
 - (3) Sisa di atas ayakan 0,30 mm, harus minimum 15% berat
 - 7) Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif
 - 8) Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui
 - 9) Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas (pasir pasang).
- b. Agregat Kasar
- Agregat kasar adalah agregat yang butirannya tertahan saringan no.8, berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari alat pemecahan batu (QC Pekerjaan Konstruksi; VI-9).
- Agregat kasar adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Besar butir maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud pemakaian (SNI-03-6861.1-2002; 27).
- Menurut SNI-03-686 1.1-2002 (spesifikasi agregat sebagai bahan bangunan; 28-29) agregat kasar sebagai campuran untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
- 1) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Kadar bagian yang lemah bila diuji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5%. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 ton.
 - 2) Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dan panjang hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% dan berat agregat seluruhnya
 - 3) Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan
 - 4) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan garam sulfat sebagai berikut:
 - (1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
 - (2) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
 - 5) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali
 - 6) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dan 1% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci
 - 7) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6 - 7, 10 dan harus memenuhi syarat-syarat berikut:
 - (1) Sisa di atas ayakan 38 mm, harus 0% berat
 - (2) Sisa di atas ayakan 4,8 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat
 - (3) Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat
 - 8) Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tiga per empat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan apabila menurut penilaian Pengawas Ahli cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadi sarang-sarang kerikil.

2.1.2 Semen Portland

Semen *portland* ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). *Portland Cement* berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Adapun komponen-komponen bahan baku *Portland cement* yang baik (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996; 6) yaitu :

- 1) Batu kapur(CaO) = 60-65%
- 2) Silika(SiO₂) = 17-25%
- 3) Alumina (Al₂O₃) = 3-8%
- 4) Besi (Fe₂O₃) = 0,5-6%
- 5) Magnesia (MgO) = 0,5- 4%
- 6) Sulfur (SO₃) = 1-2%
- 7) Soda/potash Na₂O+K₂O

Kardiyono Tjokrodinuljo (1996; 6) menyebutkan bahwa pada dasarnya dapat disebutkan 4 unsur yang paling penting dari *Portland Cement* adalah:

- 1) Trikalsium Silikat (C₃S) atau 3CaO.SiO₂
- 2) Dikalsium Silikat (C₂S) atau 2CaO.SiO₂
- 3) Trikalsium Aluminat (C₃A) atau 3CaO.Al₂O₃
- 4) Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF) atau 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃

Menurut Sagel et al (1994; 1) "*Semen portland* adalah semen hidrolis yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan tambahan yang biasa digunakan yaitu gypsum".

Semen *portland* yang digunakan sebagai bahan struktur harus mempunyai kualitas yang sesuai dengan ketepatan agar berfungsi secara efektif. Pemeriksaan dilakukan terhadap yang masih berupa bentuk kering, pasta semen yang telah keras, dan beton yang dibuat darinya. Sifat kimia yang perlu mendapat perhatian adalah kesegaran semen itu sendiri. Semakin sedikit kehilangan berat berarti semakin baik kesegaran semen. Dalam keadaan normal kehilangan berat sekitar 2% dan maksimum kehilangan yang diijinkan 3%. Kehilangan berat terjadi karena adanya kelembaban dan karbon dioksida dalam bentuk kapur bebas atau magnesium yang menguap.

2.1.3 Air

Air yang dimaksud adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan

bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Menurut PBI (1971; 28-29) persyaratan dan air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut:

- 1) Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak dari pada beton.
- 2) Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirim contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan atau tulangan.
- 3) Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam butir 2 itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortal semen + pasir dengan memakai air tersebut dan dengan memakai air suling.
- 4) Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya. Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi syarat air minum. Jika dipergunakan air yang tidak memenuhi persyaratan maka akan berpengaruh pada lamanya waktu ikatan awal adukan beton serta kekuatan beton akan berkurang. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit dapat menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras.

2.2 Bahan Tambahan Beton

Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubuhan atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya (SNI-03-2495-1991, Spesifikasi Bahan Tambahan-tambahan untuk Beton, 1991; 1)

Dengan kata lain bahan tambahan merupakan bahan yang ditambahkan pada

campuran beton diluar unsur utama pembentuk beton seperti : semen, air, dan agregat. Bahan tersebut bisa berupa serbuk maupun cair, dengan adanya penambahan bahan tersebut dimaksudkan untuk dapat merubah beberapa sifat beton tergantung pada kebutuhan dalam pekerjaan campuran beton.

Jenis-jenis bahan tambahan yang sering digunakan antara lain:

- 1) Bahan tambahan untuk mempercepat pengerasan beton. Bahan ini berfungsi untuk meningkatkan kekuatan beton dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dalam keadaan normal, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain : *alkali hydroxides, siicates, fluorosiicates, calcium nitrite, calcium nitrate, calcium* atau *sodium thiosulphate, calcium* atau *sodium thiocyanate, aluminium chloride, potassium, sodium* atau *lithium carbonate, sodium chloride, calcium chloride* (S. Nagataki, Rilem Technical Committee, 1995; 34)
- 2) Bahan tambahan untuk memperlambat hidrasi beton. Bahan ini berfungsi untuk memperlambat waktu perkerasan beton dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dalam keadaan normal, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain : *sucrose* (gula pasir) dan *polysaccharides, citric acid tartaric acid, salt of boric acid, salt of phosphoric, poly-phosphoric* dan *phosphoric acids*. (John Dransfield, Cement Admixtures Association, 2006; 1)
- 3) Bahan tambahan untuk menstabilkan gelembung udara didalam beton, yang dihasilkan dari campuran beton dan dapat melindungi beton terhadap kerusakan dari proses pengerasan sehingga meningkatkan ketahanan beton, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain *hydroxycarboxylic acid* (John Dransfield, Cement Admixtures Association, 2006; 1)

2.3 Gula Pasir

Sukrosa terbentuk melalui proses fotosintesis yang ada pada tumbuh-tumbuhan. Pada proses tersebut terjadi interaksi antara karbon dioksida dengan air

didalam sel yang mengandung klorofil. Bentuk sederhana dari persamaan tersebut adalah:



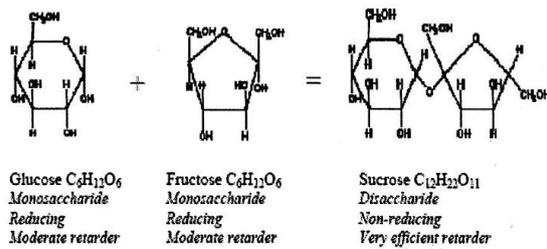
Pemrosesan dari sukrosa yang terbentuk dibatang tebu menghasilkan gula pasir yang biasa kita konsumsi. Kadar sukrosa yang ada dalam batang tebu bervariasi antara 8-13% pada tebu segar yang mencapai kematangan optimal.

Gula pasir adalah disakarida, gula tersebut dapat dibuat dari gabungan dua gula yang sederhana yaitu glukosa dan fruktosa (monosakanida). Penggabungan dan dobel unit karbon monosakarida menjadi : $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ yang selanjutnya dinamakan sukrosa (*saccharose*), atau sakarin berasal dan kata Yunani yang berarti gula (Riswan Kuswuri, 2008).

Berdasarkan pembahasan mengenai bahan tambahan beton di atas, salah satu bahan tambahan alami yang termasuk pemerlambat hidrasi beton adalah sukrosa $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Bahan ini berfungsi untuk memperlambat waktu perkerasan beton dengan memberikan waktu yang lebih lama dibandingkan dalam keadaan normal.

Gula pasir adalah salah satu bahan tambahan pemerlambat yang sangat efisien, akan tetapi tidak praktis karena dengan dosis yang sedikit dapat memperlambat proses hidrasi yang cukup lama. Dalam kasus yang khusus, penambahan 0,1% gula pasir per berat semen dapat meningkatkan waktu pengaturan awal 4 jam sampai 14 jam, sementara 0,25% mungkin dapat menunda sampai 6 hari. Menurut Roar Myrdal (2007), tidak semua jenis gula memiliki kemampuan yang sama sebagai bahan tambahan pemerlambat perkerasan beton. Efek gula dalam memperlambat proses hidrasi beton dapat dibedakan menjadi:

- 1) Bahan pemerlambat yang sangat efisien : tidak mengurangi air. Contoh : gula pasir dan raffinosa.
- 2) Bahan pemerlambat yang sedang : mengurangi air. Contoh : glukosa, laktosa dan maltosa.
- 3) Bahan pemerlambat yang kurang efisien : tidak mengurangi air. Contoh : trehalosa.



Gambar 1 Struktur Kimia antara Monosakarida dan Gula pasir (Sukrosa) dan Hubungan Kimianya (Sumber: STAR 2 in 1.2 F Retarding Admixtures For Concrete)

Saat gula pasir bereaksi pada proses perkerasan beton semen *portland*, gula pasir bereaksi dengan *calcium hydroxide* semen membentuk *calcium saccharate*. Pada saat reaksinya berlanjut, hilangnya *calcium hydroxide* menghancurkan struktur normal dari perkerasan semen dan menghasilkan mortar yang lebih lembek dan mengurangi kekuatan sementara dari beton. Gula pasir juga merupakan bahan tambahan pemerlambat yang sangat kuat pada saat proses *setting portland cement* dan termasuk dalam salah satu bahan tambahan pemerlambat *lignosulfonate*. Dengan sedikit dosis campuran gula pasir pada proses pembuatan beton, dapat memberikan solusi lebih baik dalam penguluran waktu perkerasan, reaksi, dan kristalisasi dari setting normal tanpa mempengaruhi propertis dan perkerasan beton. Dengan menggunakan kurang lebih 0,05% dari berat semen dapat menghasilkan perlambatan perkerasan beton hingga satu hari. (Peter C. Hewlett, *Lea's Chemistry Of Cement and Concrete*).

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dihasilkan oleh mesin tekan. (Dinas Pekerjaan Umum, 1989; 4)

Menurut Kardlyono Tjokrodinuljo (1996; 60-61), faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton:

- a. Faktor air semen dan kepadatan
- b. Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum ditulis dengan rumus yang diusulkan *Duff Abrams* (1919) sebagai berikut:

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5x}}$$

Dengan:

- f_c : kuat tekan beton
- x : fas (yang semula dalam proporsi volume)

A, B : konstanta

Dan rumus di atas tampak bahwa semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton akan sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu yang optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimal. Pemakaian air ditentukan dari banyaknya pemakaian semen minimum per m³ beton yang disebut faktor air semen dan disesuaikan dengan keadaan

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Divisi Batching Plant, PT. Multibrata Anugerah Utama, Jl. Raya Rancaekek KM 24,5.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen (percobaan). Penelitian ini dimulai dari pengujian material pembentuk beton, perhitungan rencana campuran beton, pelaksanaan campuran beton, Pengujian beton segar, pembuatan benda uji, pengujian waktu ikat dan pengujian beton keras dengan cara uji kuat tekan.

3.3 Subyek dan Objek Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan yaitu pengujian waktu ikat (*setting time*) antara benda uji yang dibuat dengan campuran tambahan berupa gula pasir terhadap beton normal, eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan beberapa benda uji. Adapun variasi kandungan kadar gula pasir yang digunakan adalah 0,05%, 0,075%, 0,1%, dan 1% dari berat semen, sedangkan untuk kontrol dibuat beton tanpa tambahan gula pasir. Jenis benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, dengan jumlah benda uji yang

direncanakan sebanyak 100 buah benda uji untuk mutu K-225.

3.4 Tahapan Pembuatan Campuran Beton

Sebelum melakukan proses pembuatan campuran beton ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu pengujian material dan persiapan alat yang digunakan dalam proses campuran beton. Setelah itu dilakukan perhitungan rencana campuran beton.

3.5 Pengujian Material

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian material yang tata cara pemeriksaannya disesuaikan dengan ketentuan dan prosedur standar SK SNI-T15-1990-03. Adapun bahan utama pembentuk beton yang digunakan adalah:

- a. Semen
 - Jenis : Semen curah Tipe I (OPC)
 - Merk Semen Tiga Roda
 - Sumber : PT. Indocement
- b. Agregat Halus
 - Jenis : Pasir Alam
 - Asal Gunung Galunggung, Jawa Barat
 - Sumber : *Supplier*
- c. Agregat Kasar
 - Jenis Batu pecah
 - Asal : Cipatik, Batujajar, Jawa Barat
 - Sumber : *Supplier*
- d. Air
 - Jenis : Air Tanah
 - Sumber Laboratorium PT. Multibrata Anugerah Utama
- e. Bahan tambahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:
 - Jenis : Gula Pasir (Gula Tebu Alami)
 - Merk : Gula Pasir Lokal

3.6 Alat-alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan campuran beton antara lain adalah:

- a. Mesin *mixer*
- b. Timbang material
- c. Ember plastik
- d. Singkup
- e. Gelas ukur untuk melarutkan gula pasir

3.7 Pengujian Kualitas Beton Segar

Pengujian yang dilakukan pada beton segar yaitu pengujian tes *slump*, tujuannya untuk memperoleh angka *slump* beton yaitu merupakan besaran kekentalan (*viscosity*)/

plastisitas dan kohesif dari beton segar. Dan pengujian waktu ikat, tujuannya adalah pada saat beton tersebut mulai mengikat sehingga setelah waktu tersebut dilalul, beton tidak boleh diganggu ataupun dirubah kembali kedudukannya, dan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai waktu ikat awal dan waktu ikat akhir.

ASTM C 403 mendefinisikan awal dan akhir waktu ditetapkan sebagai penetrasi resistensi adalah sebagai berikut:

- *Setting* awal 500 psi
- *Setting* akhir 4000 psi

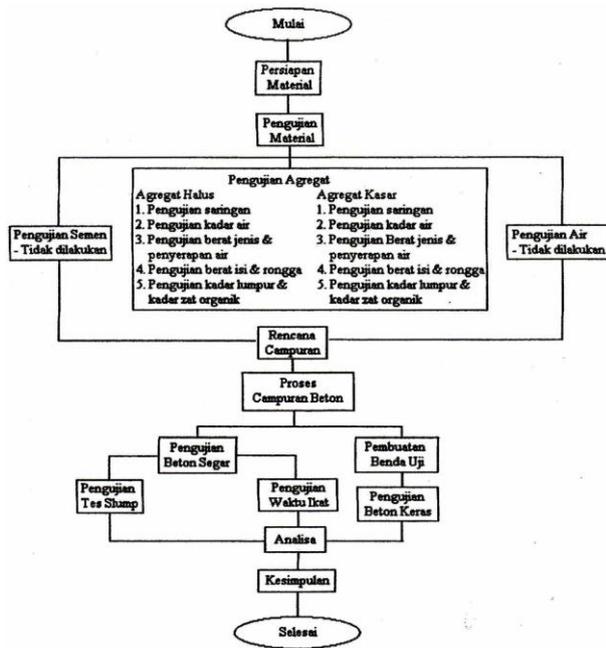
3.8 Pengujian Kualitas Beton Keras

Pada beton keras dilakukan pengujian kuat tekan beton. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai karakteristik yaitu nilai kuat tekan beton yang diperoleh dari hasil pengetesan benda uji kubus pada setiap umur rencana. Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambahan pemerlambat pengerasan beton dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari (ASTM C494-92 : Type B).

3.9 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini hanya dibuat satu jenis karakteristik beton dalam beberapa benda uji, berdasarkan eksperimen yang direncanakan dengan variasi kandungan kadar gula pasir 0,05%, 0,075%, 0,1%, dan 1% dari berat semen. Pengujian benda uji tersebut akan dilakukan pada umur beton 3 hari, 7 hari dan 28 han, sebagai kontrol dilakukan pengujian pada benda uji beton tanpa gula pasir. Sehingga dapat diketahui apakah penggunaan gula pasir dapat berpengaruh terhadap perlambatan pengerasan beton ditinjau dan kuat tekan

Berikut ini adalah tahapan penelitian



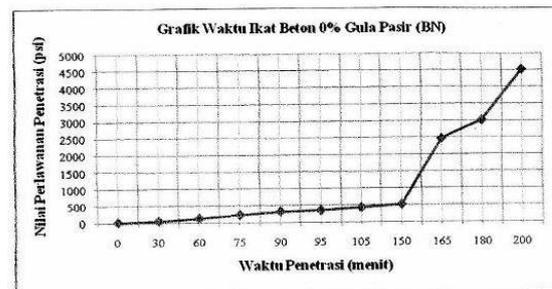
4.2 Data Hasil Pengujian

Hasil pengujian pada benda uji dengan menggunakan bahan tambahan gula pasir dengan kadar campuran yang berbeda pada 45 buah contoh benda uji dilakukan dengan cara menekan benda uji dengan ukuran jarum yang berbeda, didapatkan data seperti pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton 0% Gula Pasir (BN)

No	Ukuran Jarum (inchi)	Waktu Penetrasi			Hasil Pembacaan	Nilai Perlawanan Penetrasi		Keterangan
		Jam	Durasi (menit)	Kumulatif (menit)		Psi	Kumulatif (Psi)	
1	1/2"	14:00	0	0	5	10	10	
2		14:30	30	30	25	50	60	
3	1/4"	15:00	30	60	32	128	188	
4		15:15	15	75	58	232	420	
5	1/10"	15:30	15	90	32	320	740	
6		15:35	5	95	35	350	1090	
7		15:45	10	105	43	430	1520	
8	1/20"	16:30	45	150	26	520	2040	Setting awal 16:20:00
9		17:00	15	165	123	2460	4500	
10	1/40	17:15	15	180	75	3000	7500	
11		17:35	20	200	113	4520	12020	Setting akhir 17:28:10

Dan data dalam Tabel 5.1, dapat dibuat grafik perubahan nilai perlawanan penetrasi terhadap waktu penetrasi seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik waktu ikat beton 0% gula pasir (BN)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian waktu ikat beton meliputi tingkat lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai waktu ikat beton terhadap nilai kandungan kadar gula pasir yang ditambahkan pada setiap campuran beton. Sedangkan pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik pada benda uji, apakah penggunaan bahan tambahan gula pasir dapat berpengaruh terhadap lamanya waktu ikat dan kuat tekan karakteristik beton yang dihasilkan.

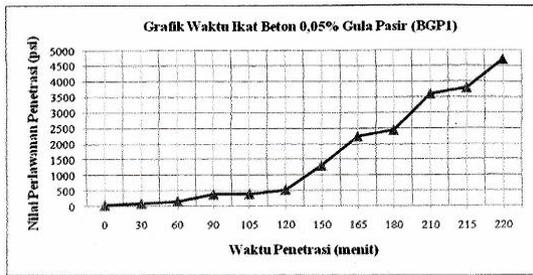
4.1 Pengujian Waktu Ikat Beton

Waktu yang diperlukan semen untuk mengeras terhitung dan mulai bereaksi dengan air disebut waktu ikat. Sesuai dengan standar yang digunakan dalam pengujian ini maka untuk mendapatkan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir dapat dilakukan dengan melihat nilai *Penetration Resistance* terhadap t (waktu). Bila *Penetration Resistance* mencapai nilai 500 psi untuk waktu ikat awal dan 4000 *psi* untuk waktu ikat akhir (ASTM C 403), dilakukan pencatatan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai tersebut. Pada pengujian ini digunakan gula pasir sebagai bahan tambahan pemperlambat pengerasan beton.

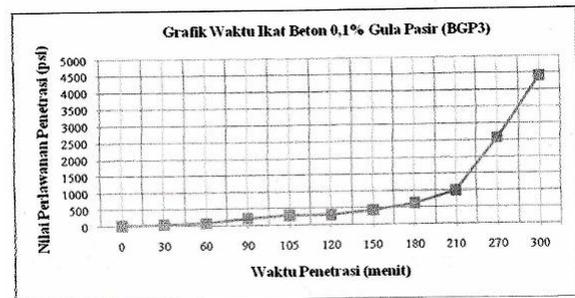
Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton 0,05% Gula Pasir (BG1)

No	Ukuran Jarum (inchi)	Waktu Penetrasi			Hasil Pembacaan	Nilai Perlawanan Penetrasi		Keterangan
		Jam	Durasi (menit)	Kumulatif (menit)		Psi	Kumulatif (Psi)	
1	1"	13:00	0	0	25	25	25	
2		13:30	30	30	81	81	106	
3	1/2"	14:00	30	60	76	152	258	
4	1/4"	14:30	30	90	95	380	638	
5	1/10"	14:45	15	105	39	390	1028	
6		15:00	15	120	52	520	1548	Setting awal 14:57:41
7	1/20"	15:30	30	150	65	1300	2848	
8		15:45	15	165	112	2240	5088	
9		16:00	15	180	122	2440	7528	
10	1/40	16:30	30	210	90	3600	11128	
11		16:35	5	215	95	3800	14928	
12		16:40	5	220	118	4720	19648	Setting akhir 16:36:50

Dari data dalam Tabel 5.2, dapat dibuat grafik perubahan nilai perlawanan penetrasi terhadap waktu penetrasi seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik waktu ikat Beton 0,05% gula pasir (BGP1)

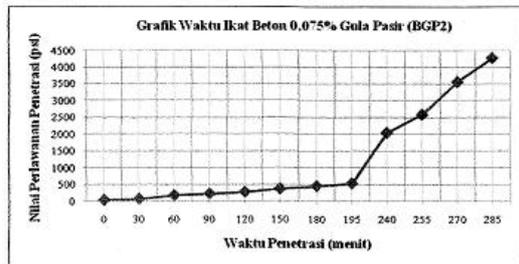


Gambar 5.5 Grafik waktu ikat beton 0,1% gula pasir (BGP3)

Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton 0,075% Gula Pasir (BGP2)

No	Ukuran Jarum (inci)	Waktu Penetrasi			Hasil Pembacaan	Nilai Perlawanan Penetrasi (Psi)		Keterangan
		Jam	Durasi (menit)	Kumulatif (menit)		Psi	Kumulatif (Psi)	
1	1"	15:00	0	0	24	24	24	
2	1/2"	15:30	30	30	30	60	84	
3		16:00	30	60	84	168	252	
4		16:30	30	90	109	218	470	
5	1/4"	17:00	30	120	68	272	742	
6		17:30	30	150	92	368	1110	
7	1/10"	18:00	30	180	45	450	1560	
8		18:15	15	195	53	530	2090	Setting awal 18:09:22
9	1/20"	19:00	45	240	102	2340	4130	
10		19:15	15	255	129	2580	6710	
11	1/40"	19:30	15	270	89	3560	10270	
12		19:45	15	285	107	4280	14550	Setting akhir 19:39:10

Dari data dalam tabel 5.3, dapat di buat grafik perubahan nilai perlawanan penetrasi terhadap waktu penetrasi seperti pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik waktu ikat beton 0,075% gula pasir (BGP2)

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton 0,1% Gula pasir BGP3)

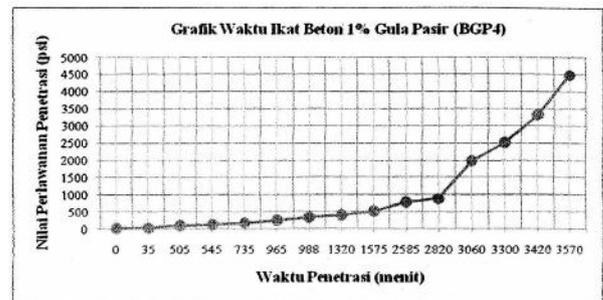
No	Ukuran Jarum (inci)	Waktu Penetrasi			Hasil Pembacaan	Nilai Perlawanan Penetrasi (Psi)		Keterangan
		Jam	Durasi (menit)	Kumulatif (menit)		Psi	Kumulatif (Psi)	
1	1"	16:30	0	0	17	17	17	
2	1/2"	17:00	30	30	20	40	57	
3		17:30	30	60	35	70	127	
4		18:00	30	90	105	210	337	
5	1/4"	18:15	15	105	75	300	637	
6		18:30	15	120	76	304	941	
7		19:00	30	150	106	424	1365	
8	1/10"	19:30	30	180	63	630	1995	Setting awal 19:11:05
9		20:00	30	210	100	1000	2995	
10	1/20"	21:00	60	270	128	2560	5555	
11	1/40"	21:30	30	300	110	4400	9955	Setting akhir 21:23:29

Dari data dalam tabel 5.6, dapat di buat grafik perubahan nilai perlawanan penetrasi terhadap waktu penetrasi seperti pada Gambar 5.5.

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton 0,1% Gula pasir BGP3)

No	Ukuran Jarum (inci)	Waktu Penetrasi			Hasil Pembacaan	Nilai Perlawanan Penetrasi (Psi)		Keterangan
		Jam	Durasi (menit)	Kumulatif (menit)		Psi	Kumulatif (Psi)	
1	1"	13:00	0	0	15	15	15	4/3/2010
2		13:35	35	35	25	25	40	
3	1/2"	21:25	470	505	52	104	144	
4		22:05	40	545	64	128	272	
5		1:15	190	735	87	174	446	5/3/2010
6		5:05	230	965	127	254	700	
7	1/4"	5:28	23	988	86	344	1044	
8	1/10"	11:00	332	1320	41	410	1454	
9		15:13	255	1575	52	520	1974	Setting awal 18:09:22
10	1/20"	8:05	1010	2585	78	780	2754	6/3/2010
11		12:00	235	2820	44	880	3634	
12		16:00	240	3060	99	1980	5614	
13		20:00	240	3300	125	2500	8114	
14	1/40"	22:00	120	3420	83	3320	11434	
15		24:30	150	3570	112	4480	15914	Setting akhir 21:23:29

Dari data dalam tabel 5.6, dapat di buat grafik perubahan nilai perlawanan penetrasi terhadap waktu penetrasi seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik waktu ikat beton 1% gula pasir (BGP4)

4.3 Analisis Nilai Perlawanan Penetrasi Terhadap Waktu Penetrasi

Dan hasil pengujian diketahui adanya peningkatan waktu ikat untuk setiap benda uji yang menggunakan bahan tambahan gula pasir. Adapun hasil pengujian tersebut antara lain adalah:

- Pengujian 1 dilakukan pada benda uji tanpa menggunakan tambahan gula pasir (BN) yang akan digunakan sebagai kontrol untuk pengujian berikutnya, nilai

perlambatan untuk waktu ikat awal 500 psi membutuhkan waktu sampai 306,000 menit (5 jam 6 menit), sedangkan untuk waktu ikat akhir 4000 psi dibutuhkan waktu selama 374,017 menit (6 jam 14 menit 10 detik).

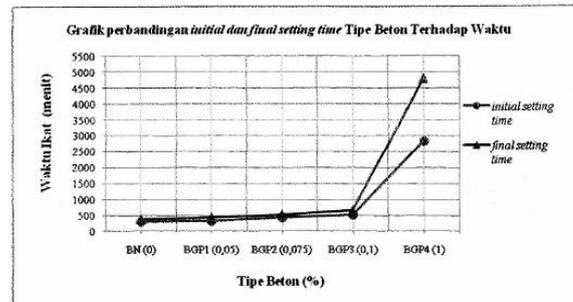
- Pengujian 2 dilakukan pada benda uji yang menggunakan campuran gula pasir sebanyak 0,05% dan berat semen (BGP1), nilai perlambatan untuk waktu ikat awal 500 psi membutuhkan waktu sampai 327,068 menit (5 jam 27 menit 41 detik), sedangkan untuk waktu ikat akhir 4000 psi dibutuhkan waktu selama 436,008 menit (7 jam 16 menit 5 detik).
- Pengujian 3 dilakukan pada benda uji yang menggunakan campuran gula pasir sebanyak 0,075% dan berat semen (BGP2), nilai perlambatan untuk waktu ikat awal 500 psi membutuhkan waktu sampai 434,037 menit (7 jam 14 menit 22 detik), sedangkan untuk waktu ikat akhir 4000 psi dibutuhkan waktu selama 524,017 menit (8 jam 44 menit 10 detik).
- Pengujian 4 dilakukan pada benda uji yang menggunakan campuran gula pasir sebanyak 0,1% dan berat semen (BGP3), nilai perlambatan untuk waktu ikat awal 500 psi membutuhkan waktu sampai 526,008 menit (8 jam 46 menit 5 detik), sedangkan untuk waktu ikat akhir 4000 psi dibutuhkan waktu selama 658,048 menit (10 jam 58 menit 29 detik).
- Pengujian 5 dilakukan pada benda uji yang menggunakan campuran gula pasir sebanyak 1% dari berat semen (BGP4), nilai perlambatan untuk waktu ikat awal 500 psi membutuhkan waktu sampai 2834,048 menit (47 jam 14 menit 29 detik), sedangkan untuk waktu ikat akhir 4000 psi dibutuhkan waktu selama 4812,007 menit (80 jam 12 menit 4 detik).
- Dan data-data hasil pengujian di atas, diketahui bahwa semakin besar kadar gula pasir yang ditambahkan pada campuran beton, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *setting* awal dan *setting* akhir.

Tabel 5.6 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat

No	Tipe Beton (%)	Setting Time (menit)	
		Initial	Final
1	BN (0)	306,000	374,017
2	BGP1 (0,05)	327,068	436,008
3	BGP2 (0,075)	434,037	524,017

4	BGP3 (0,1)	526,008	658,048
5	BGP4 (1)	2834,048	4812,007

Berdasarkan hasil pengujian waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu ikat akhir (*final setting time*) dengan penambahan kandungan gula pasir pada beton dapat dilihat dalam bentuk grafik path Gambar 5.7 dibawah ini.

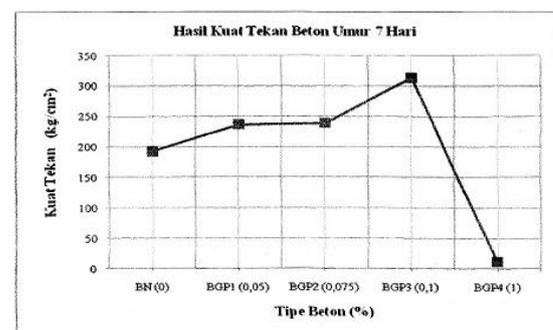


Gambar 5.7 Grafik perbandingan *initial* dan *final setting time* tipe beton terhadap waktu

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa semakin banyak kadar gula pasir yang ditambahkan pada campuran beton maka makin lama waktu ikat yang diperlukan.

4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai karakteristik yaitu nilai kuat tekan beton yang diperoleh dan hasil pengetestan benda uji kubus pada setiap umur rencana. Dan untuk mengetahui pengaruh penambahan gula pasir pada beton ditinjau dari nilai kuat tekan beton pada masing-masing umur rencana, apakah hasil dari pengujian kuat tekan beton tersebut mengalami peningkatan atau tidak berpengaruh dibandingkan dengan benda uji beton normal 0% gula pasir (BN). Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990.



Gambar 5.9 Grafik hubungan antara tipe beton terhadap kuat tekan beton pada umur 7 hari

Untuk pengujian dengan umur rencana beton 28 hari di dapat data-data seperti dalam tabel 5.18-5.22 di bawah ini :

Tabel 5.18 Data hasil pengujian kuat tekan beton 0% gula pasir (BN)

No	Kode	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (gram)	Beban Maks (ton)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	01/BN/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7883	55,5	246,67
2	01/BN/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7803	50,0	222,22
3	01/BN/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7842	63,5	282,22
Rata-rata Kuat Tekan							250,37

Tabel 5.19 Data hasil pengujian kuat tekan beton 0,05% gula pasir (BGP1)

No	Kode	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (gram)	Beban Maks (ton)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	01/BGP1/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7830	61,0	271,11
2	01/BGP1/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7810	53,0	235,56
3	01/BGP1/III/10	1-Mar-10	29-Mar-10	28	7860	67,0	297,78
Rata-rata Kuat Tekan							268,15

Tabel 5.20 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 0,075% Gula Pasir (BGP2)

No	Kode	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur (hasil)	Berat Benda Uji (gram)	Beban Maks (ton)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	05/BGP2/III/10	4-Mar-10	1-Apr-10	28	7840	68,0	302,22
2	05/BGP2/III/10	4-Mar-10	1-Apr-10	28	7846	65,0	288,89
3	05/BGP2/III/10	4-Mar-10	1-Apr-10	28	7793	64,0	284,44
Rata-rata Kuat Tekan							291,85

Tabel 5.21 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 0,1% Gula Pasir (BGP3)

No	Kode	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur (hasil)	Berat Benda Uji (gram)	Beban Maks (ton)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	02/BGP3/III/10	2-Mar-10	30-Mar-10	28	8010	70,0	311,11
2	02/BGP3/III/10	2-Mar-10	30-Mar-10	28	8187	80,0	355,56
3	02/BGP3/III/10	2-Mar-10	30-Mar-10	28	8152	75,0	333,33
Rata-rata Kuat Tekan							333,33

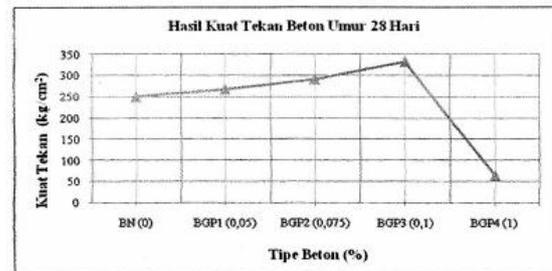
Tabel 5.22 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 1% Gula Pasir (BGP4)

No	Kode	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur (hasil)	Berat Benda Uji (gram)	Beban Maks (ton)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	04/BGP4/III/10	3-Mar-10	31-Mar-10	28	7300	14,5	64,44
Rata-rata Kuat Tekan							64,44

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan penambahan kadar gula pasir pada campuran beton clapat dilihat pada Tabel 5.23 dan dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 5.10 di bawah ini

Tabel 5.23 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Tipe Beton (%)	Nilai Kuat Tekan Beton
1	BN (0)	250,37
2	BGP1 (0,05)	268,15
3	BGP2 (0,075)	291,85
4	BGP3 (0,1)	333,33
5	BGP4(1)	64,44



Gambar 5.10 Grafik hubungan antara tipe beton terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari

4.5 Analisis Kuat Tekan Beton Terhadap Tipe Beton

Dan pengujian di atas didapatkan nilai kuat tekan beton sebagai berikut:

- Pengetesan kuat tekan beton normal dengan penambahan gula pasir 0% (BN) pada umur 3 han mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 147,41 kg/cm², sedangkan pengetesan path umur 7 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 192,59 kg/cm², dan pengetesan pada umur 28 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 250,37 kg/cm².
- Pengetesan kuat tekan beton dengan penambahan gula pasir 0,05% (BGP1) pada umur 3 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 174,81 kg/cm², sedangkan pengetesan pada umur 7 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 237,04 kg/cm², dan pengetesan pada umur 28 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 268,15 kg/cm².
- Pengetesan kuat tekan beton dengan penambahan gula pasir 0,075% (BGP2) pada umur 3 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 196,30 kg/cm², sedangkan pengetesan pada umur 7 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 239,26 kg/cm², dan pengetesan pada umur 28 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 291,85 kg/cm².
- Pengetesan kuat tekan beton dengan penambahan gula pasir 0,1% (BGP3)

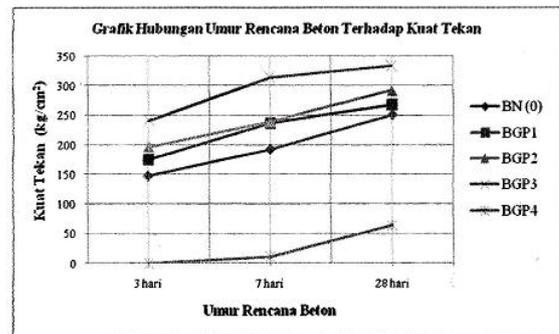
pada umur 3 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 240,74 kg/cm², sedangkan pengetestan pada umur 7 han mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 314,07 kg/cm², dan pengetestan pada umur 28 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 333,33 kg/cm².

- Pengetestan kuat tekan beton dengan penambahan gula pasir 1% (BGP4) pada umur 3 hari benda uji belum dapat dites karena benda uji belum kering, sedangkan pengetestan pada umur 7 han kuat tekan rata-rata yang dicapai hanya sebesar 11,11 kg/cm², dan pengetestan pada umur 28 hari kuat tekan rata-rata yang dicapai hanya sebesar 64,44 kg/cm². Dengan kata lain penggunaan gula pasir sebanyak 1% dari berat semen membutuhkan waktu perkerasan yang lebih lama dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambahan gula pasir, yang dibuktikan dengan nilai kuat tekan yang belum mencapai nilai standar.
- Untuk penggunaan bahan tambahan gula pasir dengan kadar 0,05%-0,1% dari berat semen, terbukti menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan standar yaitu 225 kg/cm². Sedangkan nilai kuat tekan dengan penambahan kadar gula pasir 1% dari berat semen tidak mencapai kuat tekan standar.

Tabel 5.24 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No.	Tipe Beton (%)	Nilai Kuat Tekan Pada Umur Beton		
		3Hari	7 Hari	28 Hari
1	BN (0)	147,41	192,59	250,37
2	BGP1 (0,05)	174,81	237,04	268,15
3	BGP2 (0,075)	196,30	239,26	291,85
4	BGP3 (0,1)	240,74	314,07	333,33
5	BGP4(1)	0,00	11,11	64,44

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur rencana 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan penambahan kadar gula pasir pada beton dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.11 Grafik hubungan umur rencana beton terhadap kuat tekan

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa penambahan gula pasir dengan kadar 0,05% - 0,1% pada campuran beton terbukti menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan standar yaitu 225 kg/cm². Sedangkan penambahan gula pasir dengan kadar 1% pada campuran beton, terbukti tidak memenuhi kuat tekan standar.

Salah satu cara untuk mengetahui prosentase kenaikan kuat tekan beton yang menggunakan tambahan gula pasir terhadap beton normal dapat dilihat dengan mengacu pada kuat tekan beton standar PBI 71, seperti pada Tabel 5.25 di bawah ini.

Tabel 5.25 Kuat tekan beton standar menurut PBI 71

3 Hari	7 Hari	28 Hari
40%	65%	100%

Prosentase kuat tekan beton berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 5.24 terhadap kuat tekan beton standar PBI 71 dapat dilihat pada Tabel 5.26 di bawah ini.

Tabel 5.25 Prosentase Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian Terhadap Kuat Tekan Beton Standar PBI 71

No	Tipe Beton(%)	Prosentase (%) Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)		
		3 hari	7 hari	28 hari
1	BN(0)	66	86	111
2	BGPI(0,05)	78	105	119
3	BGP2 (0,075)	87	106	130
4	BGP3(0,1)	107	140	148
5	BGP4(1)	0	5	29

Dari data pada Tabel 5.26 di atas didapat hasil prosentase sebagai berikut:

- Pengetestan kuat tekan beton normal dengan penambahan gula pasir 0% (BN) pada umur 3 hari mencapai kuat tekan sebesar 66%, sedangkan pengetestan pada

umur 7 hari mencapai kuat tekan sebesar 86% dan pengetesan pada unjur 28 hari mencapai kuat tekan sebesar 111%.

- Pengetesan kuat tekan beton dengan penambahan gula pasir 0,05% (BGP1) pada umur 3 hari mencapai kuat tekan sebesar 78%, sedangkan pengetesan pada unjur 7 hari mencapai kuat tekan sebesar 105%, dan pengetesan pada umur 28 hari mencapai kuat tekan sebesar 119%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dalam penelitian ini dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Nilai kadar gula pasir sebanding dengan nilai waktu ikat beton. Semakin besar kandungan kadar gula pasir yang ditambahkan pada campuran beton, maka semakin lama waktu ikat yang dibutuhkan.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai waktu ikat akhir pada setiap penambahan kadar gula pasir adalah : kadar gula pasir 0% (BN) dari berat semen membutuhkan waktu 6,234 jam, kadar gula pasir 0,05% (BGP1) membutuhkan waktu 7,267 jam, kadar gula pasir 0,075% (BGP2) membutuhkan waktu 8,734 jam, kadar gula pasir 0,1% (BGP3) membutuhkan waktu 10,967 jam, dan kadar gula pasir 1% (BGP4) membutuhkan waktu 80,200 jam.
Hasil penelitian membuktikan bahwa gula pasir dapat digunakan sebagai bahan untuk memperlambat pengerasan beton.
3. Nilai kandungan gula pasir 0,05% - 0,1% menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan pada beton normal. Sedangkan kadar gula pasir 1% hasil kuat tekannya tidak memenuhi kuat tekan standar yaitu 225 kg/cm².
4. Kuat tekan yang dihasilkan pada campuran beton dengan penambahan kadar gula pasir adalah : kadar gula pasir 0% (BN) dari berat semen kuat tekan yang dihasilkan 250,37 kg/cm², kadar gula pasir 0,05% (BGP1) kuat tekan yang dihasilkan 268,15 kg/cm², kadar gula pasir 0,075% (BGP2) kuat tekan yang dihasilkan 291,85 kg/cm², kadar gula pasir 0,1% (BGP3) kuat tekan yang dihasilkan 333,33 kg/cm², dan kadar gula

pasir 1% (BGP4) kuat tekan yang dihasilkan 64,44 kg/cm².

5. Secara keseluruhan penambahan gula pasir pada campuran beton dapat menghasilkan waktu ikat yang signifikan dibandingkan dengan beton normal, sedangkan kuat tekan yang dihasilkan sangat baik pada penambahan kadar gula pasir 0,05%-- 0,1%.

5.2 Saran

Penelitian ini jauh dari kesempumaan karena keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga perlu diadakan penelitian yang lebih mendalam lagi untuk mencapainya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan khususnya yang akan melanjutkan penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan hasil penelitian ini didapat bahwa penggunaan gula pasir dengan kadar gula pasir antara 0,05% - 0,1% dari berat semen terbukti, baik dilihat dari lamanya waktu ikat maupun dan hasil kuat tekan beton. Tetapi pada penggunaan kadar gula pasir 1% dari berat semen tidak mendapatkan kuat tekan yang maksimal meskipun waktu ikat berhasil. Disarankan melakukan penelitian dengan penambahan kadar gula pasir 0,1% -- 1% terhadap berat semen pada campuran beton.
2. Untuk mengetahui perkembangan dan kuat tekan beton maksimal yang dapat dicapai dengan pengujian yang menggunakan tambahan gula pasir disarankan untuk melakukan pengujian dengan umur lebih dari umur 28 hari, yaitu pada umur 90 hari dan umur 365 hari.
3. Disarankan untuk pengujian berikutnya dilakukan uji kuat tarik, kuat geser, dan kuat lentur pada beton dengan persentase penambahan gula pasir 0,05% (BGP1), 0,075% (BGP2), dan 0,1% (BGP3) terhadap berat semen.
4. Disarankan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan bahan pemperlambat selain gula pasir yang harganya relatif murah dan bahan mudah didapat.

MIX DESIGN BN (0%) GULA PASIR

NO	URAIAN	SATUAN	MUTU BETON K225
1	Kuat Tekan Karakteristik (t_{bk})	kg/cm ²	225
2	Deviasi Standar (Sr)	kg/cm ²	35
3	Nilai Tambah Margin	kg/cm ²	57,4
4	Kekuatan rata-rata (t_{bm})	kg/cm ²	282,4
5	Jenis Semen (C)	-	OPC
6	Jenis Agregat	Halus	- Alami
		Kasar	- Batu Pecah
7	Faktor Air Semen	-	0,67
	Faktor Air Semen Maksimum	-	-
	Faktor Air Semen Yang Dipakai	-	0,67
8	Slump	mm	100 ± 20
9	Ukuran Agregat Maksimum	mm	25
10	Jumlah Air Pengaduk	liter/m ³	200
11	Jumlah Semen (hasil perhitungan)	kg/m ³	299
	Jumlah Semen Minimum	kg/m ³	-
12	Susunan Butir Agregat	-	Grad. Gab.
13	Perbandingan Agregat	Halus	% 43%
		Kasar 1/2	% 57%
14	Berat Jenis Agregat Gabungan	-	2,58
15	Berat Volume Beton Segar	kg/m ³	2335
16	Berat Agregat Gabungan	kg/m ³	1836
17	Volume Agregat	Halus	kg/m ³ 790
		Kasar 1/2	kg/m ³ 1047
18	Bahan Tambahan	Gula pasir (dari berat semen)	% 0.00

Keterangan : Kondisi Material adalah SSD

MIX DESIGN BGP1 (0,075%) GULA PASIR

NO	URAIAN	SATUAN	MUTU BETON K225
1	Kuat Tekan Karakteristik (t_{bk})	kg/cm ²	225
2	Deviasi Standar (Sr)	kg/cm ²	35
3	Nilai Tambah Margin	kg/cm ²	57,4
4	Kekuatan rata-rata (t_{bm})	kg/cm ²	282,4
5	Jenis Semen (C)	-	OPC
6	Jenis Agregat	Halus	- Alami
		Kasar	- Batu Pecah
7	Faktor Air Semen	-	0,67
	Faktor Air Semen Maksimum	-	-
	Faktor Air Semen Yang Dipakai	-	0,67
8	Slump	mm	100 ± 20
9	Ukuran Agregat Maksimum	mm	25
10	Jumlah Air Pengaduk	liter/m ³	200
11	Jumlah Semen (hasil perhitungan)	kg/m ³	299
	Jumlah Semen Minimum	kg/m ³	-
12	Susunan Butir Agregat	-	Grad. Gab.
13	Perbandingan Agregat	Halus	% 43%
		Kasar 1/2	% 57%
14	Berat Jenis Agregat Gabungan	-	2,58
15	Berat Volume Beton Segar	kg/m ³	2335
16	Berat Agregat Gabungan	kg/m ³	1836
17	Volume Agregat	Halus	kg/m ³ 790
		Kasar 1/2	kg/m ³ 1047
18	Bahan Tambahan	Gula pasir (dari berat semen)	% 0.075

Keterangan : Kondisi Material adalah SSD

MIX DESIGN BGP1 (0,05%) GULA PASIR

NO	URAIAN	SATUAN	MUTU BETON K225
1	Kuat Tekan Karakteristik (t_{bk})	kg/cm ²	225
2	Deviasi Standar (Sr)	kg/cm ²	35
3	Nilai Tambah Margin	kg/cm ²	57,4
4	Kekuatan rata-rata (t_{bm})	kg/cm ²	282,4
5	Jenis Semen (C)	-	OPC
6	Jenis Agregat	Halus	- Alami
		Kasar	- Batu Pecah
7	Faktor Air Semen	-	0,67
	Faktor Air Semen Maksimum	-	-
	Faktor Air Semen Yang Dipakai	-	0,67
8	Slump	mm	100 ± 20
9	Ukuran Agregat Maksimum	mm	25
10	Jumlah Air Pengaduk	liter/m ³	200
11	Jumlah Semen (hasil perhitungan)	kg/m ³	299
	Jumlah Semen Minimum	kg/m ³	-
12	Susunan Butir Agregat	-	Grad. Gab.
13	Perbandingan Agregat	Halus	% 43%
		Kasar 1/2	% 57%
14	Berat Jenis Agregat Gabungan	-	2,58
15	Berat Volume Beton Segar	kg/m ³	2335
16	Berat Agregat Gabungan	kg/m ³	1836
17	Volume Agregat	Halus	kg/m ³ 790
		Kasar 1/2	kg/m ³ 1047
18	Bahan Tambahan	Gula pasir (dari berat semen)	% 0.05

Keterangan : Kondisi Material adalah SSD

MIX DESIGN BGP1 (0,1%) GULA PASIR

NO	URAIAN	SATUAN	MUTU BETON K225
1	Kuat Tekan Karakteristik (t_{bk})	kg/cm ²	225
2	Deviasi Standar (Sr)	kg/cm ²	35
3	Nilai Tambah Margin	kg/cm ²	57,4
4	Kekuatan rata-rata (t_{bm})	kg/cm ²	282,4
5	Jenis Semen (C)	-	OPC
6	Jenis Agregat	Halus	- Alami
		Kasar	- Batu Pecah
7	Faktor Air Semen	-	0,67
	Faktor Air Semen Maksimum	-	-
	Faktor Air Semen Yang Dipakai	-	0,67
8	Slump	mm	100 ± 20
9	Ukuran Agregat Maksimum	mm	25
10	Jumlah Air Pengaduk	liter/m ³	200
11	Jumlah Semen (hasil perhitungan)	kg/m ³	299
	Jumlah Semen Minimum	kg/m ³	-
12	Susunan Butir Agregat	-	Grad. Gab.
13	Perbandingan Agregat	Halus	% 43%
		Kasar 1/2	% 57%
14	Berat Jenis Agregat Gabungan	-	2,58
15	Berat Volume Beton Segar	kg/m ³	2335
16	Berat Agregat Gabungan	kg/m ³	1836
17	Volume Agregat	Halus	kg/m ³ 790
		Kasar 1/2	kg/m ³ 1047
18	Bahan Tambahan	Gula pasir (dari berat semen)	% 0.1

Keterangan : Kondisi Material adalah SSD

MIX DESIGN BGP1 (1%) GULA PASIR

NO	URAIAN	SATUAN	MUTU BETON K225
1	Kuat Tekan Karakteristik (t_{bk})	kg/cm ²	225
2	Deviasi Standar (Sr)	kg/cm ²	35
3	Nilai Tambah Margin	kg/cm ²	57,4
4	Kekuatan rata-rata (t_{bm})	kg/cm ²	282,4
5	Jenis Semen (C)	-	OPC
6	Jenis Agregat	-	-
	Halus	-	Alami
	Kasar	-	Batu Pecah
7	Faktor Air Semen	-	0,67
	Faktor Air Semen Maksimum	-	-
	Faktor Air Semen Yang Dipakai	-	0,67
8	Slump	mm	100 ± 20
9	Ukuran Agregat Maksimum	mm	25
10	Jumlah Air Pengaduk	liter/m ³	200
11	Jumlah Semen (hasil perhitungan)	kg/m ³	299
	Jumlah Semen Minimum	kg/m ³	-
12	Susunan Butir Agregat	-	Grad. Gab.
13	Perbandingan Agregat	%	43%
	Halus	%	57%
	Kasar 1/2	%	57%
14	Berat Jenis Agregat Gabungan	-	2,58
15	Berat Volume Beton Segar	kg/m ³	2335
16	Berat Agregat Gabungan	kg/m ³	1836
17	Volume Agregat	kg/m ³	790
	Halus	kg/m ³	1047
	Kasar 1/2	kg/m ³	1047
18	Bahan Tambahan	%	1
	Gula pasir (dari berat semen)	%	1

Keterangan : Kondisi Material adalah SSD

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 211, 1991, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI211.1-91)*, Amerika.

Arsan, Baran, dkk, 2009, *Construction Materials and Concrete*, <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~selis/teaching/WEBkmu479/PPT'kmu479Presentations2009/>.

Bauchemie, Deutsche, 2005, *Concrete Admixtures and the Environment*, Frankfurt.

C403/C403M-99, 2001, *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA

C494/C494M-a10, 1996, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA

Collepari, Mario, 1993, *Advances In Chemical Admixtures for Concrete*, University of Ancona

Collepari, Mario, 2005, *Admixtures-Enhancing Concrete Performance*, Italy.

Dairi, Rahmat Hidayat, 2008, *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Kimia (Sikament LN) Terhadap Efisiensi Penggunaan Air dan Kuat Tekan Beton*, Bau-bau, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Udidayan.

Dransfield, John, 2006, *Set Retarding, Admixture Sheet-AS 3*, Cement Admixtures Association, www.admixture.org.uk.

Dupke, Matthias, 2009, *Concrete*, www.wikipedia.com.

Famy, James, A., 2003, *Chemical Admixtures for Concrete*, American.

Handayani, Santi, 2008, *Mencari Hubungan Antara Faktor Air Semen*, Jakarta, Universitas Indonesia. <http://www.hanyawanita.com/clickwok/health/health16.htm>, 2000.

Kukuh, Tatang, 2008, *Beton*, www.blogger.com.

Lauw, Cecilia, 2006, *Bahan untuk Pembetonan*, Bandung, Universitas Katolik Parahyangan.

Myrdal, Roar, 2007, *Retarding Admixture for Concrete State of the Art*, Advanced Cementing Materials Controlling Hydration Development, Concrete Innovation Center (COIN), SINTEF Building and Infrastructure, Trondheim, Norwegia.

PT. Multibrata Anugerah Utama, 2002, *Pekerjaan Beton Bandung*.

Pusat Pelatihan MBT, 1992, *Pelatihan Assisten Teknisi Laboratorium Beton*, Padalarang

Ramachandran, V. S., 1995, *Concrete Admixtures Handbook - Properties, Science, and Technology*, Noyes Publications, New Jersey, np.

SK SNI M-62-1990-03, *Metoda Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*, Yayasan LPMB, Bandung.

SK SNI T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Slag Cement Association, 2002, *Concrete Time of Set*, www.slagcement.org

SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

- SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- SNI 03-1972-1 990, *Metode Pengujian Slump Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-2495-1991, *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2834-2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- SNI 03-6861.1-2002, *Spesifikasi Bahan Bangunan - Bagian A : Bahan Bangunan Bukan Logam*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Supriyatna, Yatna., *Perencanaan Dan Pengendalian Mutu Beton*, Majalah Ilmiah Unikom Vol.6, Jurusan Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia.
- Tim Fakultas Teknik, 2001, *Modul Menguji Bahan-bahan Adukan*, Universitas Negeri Yogyakarta, Dikmenjur.
- Tjokrodinuljo, Kardiono, 1996 dan 2009, *Teknologi Beton*, Yogyakarta, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- Wangsadinata, Wiratman, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia* Dept. Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Tjiptakarya Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- www.scribd.com/doc/25370505/Admixture-Chap1-BEC210