

KUAT TEKAN BETON PADA BERBAGAI VARIASI UMUR UJI DENGAN BAHAN RETARDER TETES GULA/ MOLASSES

Sugeng Riyanto

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

E-mail: gusriyan74@yahoo.com

Abstrak

Tetes gula atau *Molasses* merupakan hasil sampingan pada proses pembuatan gula dari tebu. Tetes gula ini berupa larutan kental berwarna hitam kecoklatan dan mempunyai sifat fisik yang mudah larut dalam air dingin dan kadar senyawa gula masih berkisar antara 50 – 60%. Secara umum, bahan *additive* bersifat *retarder* terbentuk dengan senyawa dasarnya gula, maka tetes gula pada kadar tertentu dapat digunakan sebagai retarder atau memperlambat proses hidrasi semen dalam beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kenaikan kuat tekan beton pada berbagai variasi umur dengan bahan retarder tetes gula dibandingkan terhadap campuran beton normal. Kadar tetes gula dinyatakan dalam volume per berat semen dan dibuat bervariasi dari 0,00 sampai 1,50 cc dengan interval 0,25 cc per kg semen. Sedangkan umur pengujian diambil 1, 2, 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Bentuk benda uji yang dibuat silinder Ø 15x30 cm, dengan masing-masing perlakuan diberikan perulangan 5 (lima) kali. Kuat tekan beton ditentukan melalui pengujian statis dengan menggunakan mesin uji tekan beton bertena gas listrik. Hasil pengujian diperoleh bahwa tetes gula dapat digunakan sebagai retarder dengan kadar optimum tetes gula rerata 0,81 cc per kg semen dan persentase kenaikan kuat tekan beton 49,06%

Kata-kata kunci: tetes gula/molasses, additive, retarder, kuat tekan beton

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan bahan konstruksi yang umum digunakan. Bahan tersebut dibentuk oleh pengerasan campuran semen portland, air, agregat halus, agregat kasar, udara dan bahan campuran tambahan. Sejalan dengan perkembangan bidang industri konstruksi, banyak penelitian beton yang dilakukan diantaranya berusaha untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Sifat beton yang dikehendaki dalam pelaksanaan konstruksi diantaranya adalah kuat, tahan lama dan ekonomis.

Diantara sifat-sifat beton yang dipertimbangkan sehubungan dengan fungsinya sebagai bahan konstruksi adalah sifat kuat tekan beton terhadap pengaruh pembebanan. Usaha untuk memperbaiki sifat-sifat beton diantaranya dengan penambahan bahan tertentu (*Admixture* atau *Additive*) ke dalam campuran beton.

Salah satu bahan tambah adalah retarder dari tetes gula / *molasses* yang berfungsi sebagai pelambat waktu ikat antara campuran semen dan air. Dari hasil penelitian yang terdahulu bahwa penambahan tetes gula ke dalam campuran semen dan air tanpa tambahan tetes gula waktu ikat awal sebesar 108,72 menit, sedangkan dengan tambahan tetes gula pada kadar optimum 0,77 cm³/ kg semen dapat memperlambat waktu ikat campuran semen dan air maksimum sebesar 247,52 menit (Riyanto, S. 2004). Dengan demikian jika tetes gula ditambahkan pada campuran beton maka campuran akan tetap mudah dikerjakan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Pemakaian bahan tambah retarder tetes gula/ *molasses* dalam campuran beton diduga memberikan pengaruh sampingan pada kekuatan tekan beton, dimana kuat tekan beton pada umur awal akan berkurang, sedangkan kekuatan tekan akhir beton ada kecenderungan naik.

1.2. Rumusan Masalah

Solusi masalah dirumuskan sebagai penyiapan spesimen, pemberian tetes gula/ *molasses* kedalam campuran beton (volume/ berat semen) bervariasi 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 dan 1,50 cm³/kg semen, pengujian spesimen dengan umur 1, 2, 3, 7, 14, 21 dan 28 hari, analisa data dan penarikan simpulan.

1.3. Batasan Masalah

Masalah dibatasi hanya pada : (1) Penelitian dilakukan di laboratorium Uji bahan dan tidak dilakukan di lapangan, (2) Bahan dasar penyusun beton dipakai semen *portland* Gresik tipe I, air berasal dari sumur bor yang ada di kampus pendidikan vokasi di Malang dan tidak dilakukan pengujian khusus, agregat halus berupa pasir alam dari sungai Lesti Blitar, agregat kasar berupa batu pecah tangan dari sungai Brantas Malang, (3) Perencanaan jumlah bahan penyusun beton menggunakan standar (Anonim 2000) dan didasarkan pada kuat tekan beton rencana 17,5 Mpa, (4) Tetes gula yang digunakan sebagai bahan tambah diambil dari pabrik gula Krobot Bululawang Malang, (5) Penambahan tetes gula ke dalam campuran beton berkadar: 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 dan 1,50 cm³ setiap 1 (satu) kg semen, dan umur uji spesimen mulai dari 1, 2, 3, 7, 14, 21 dan 28 hari, (6) Jumlah masing-masing kadar tetes gula dan umur uji sebanyak 5 spesimen sehingga keseluruhannya 245 spesimen, dan (7) Pengujian kuat tekan.

1.4. Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian untuk mengetahui perubahan kenaikan kuat tekan beton dengan bahan tetes gula dibandingkan terhadap campuran beton normal.

1.5. Kegunaan Pengujian

Kegunaan dan kontribusi pengujian: (1) Dapat memanfaatkan sisa hasil produksi pembuatan gula dari bahan dasar tebu yaitu tetes gula sebagai bahan tambah dalam campuran beton, (2) Untuk mengetahui pengembangan dan kenaikan kuat tekan beton dengan bahan tambah tetes gula

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang dibentuk oleh pengerasan campuran semen portland, air, agregat halus berupa pasir atau abu batu, agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah, udara dan bahan campuran tambahan. Campuran yang masih plastis ini selanjutnya dituang ke dalam cetakan dan diberikan perawatan berupa perendaman dalam air atau pembasahan dengan air pada permukaannya. Pada campuran ini akan terjadi reaksi hidrasi antara semen dengan air yang menyebabkan pengerasan beton dan mempunyai kekuatan (Mulyono, T. 2007).

2.2. Bahan Tambah

Bahan Campuran tambahan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam adukan campuran beton dalam jumlah tertentu sesaat atau selama proses pencampuran . Bahan ini berfungsi untuk mengubah, memperbaiki atau meningkatkan sifat-sifat fisik adukan campuran beton agar lebih sesuai dengan pengerjaan yang diinginkan, lebih ekonomis. Dari produk-produk bahan tambah yang komersial, jarang diperoleh informasi detail, terutama tentang komposisi kimianya sehingga sulit untuk mengestimasi semua pengaruhnya pada adukan beton (Tjokrodimulyo, K, Ir. 1996: 47).

Menurut *ASTM (American Standard for Testing of Material)-C494*, Neville, AM. 1996) klasifikasi bahan tambah: (1) Jenis A: *Water Reducer*, berfungsi untuk mengurangi jumlah air, (2) Jenis B: *Retarder*, berfungsi untuk memperlambat waktu pengikatan semen, (3) Jenis C: *Accelerator*, berfungsi untuk mempercepat waktu pengikatan semen, (4) Jenis D: *Water Reducer and Retarder*, berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur dan sekaligus memperlambat waktu pengikatan semen, dan (5) Jenis E: *Superplastizicer*, berfungsi untuk menambah kelecakan atau plastisitas adukan.

2.3. Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Retarder

Penggunaan retarder dalam campuran beton akan memberikan pengaruh sampingan pada kuat tekannya. Adanya perpanjangan atau penundaan waktu pengikatan semen, kuat tekan beton mengalami penundaan. Keadaan ini terjadi pada saat awal saja, yaitu kuat tekan awal beton akan berkurang sedangkan kuat tekan beton akhir ada kecenderungan naik.

Penentuan kuat tekan beton ini dilakukan pada beberapa benda uji melalui pengujian tekan dengan mesin uji tekan beton atau *Compression Testing Machine*. Pengujian tekan pada penelitian ini digunakan benda uji silinder Ø 15x30 cm. Dari pengujian ini, untuk menentukan nilai kuat tekan beton pada setiap umur digunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana

f_c = kuat tekan/ tegangan tekan beton (Mpa)

P = beban tekan (kN)

A = luas penampang (mm²)

3. METODOLOGI

3.1. Metode Dan Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metoda eksperimental dengan dua factor dan tujuh perlakuan serta lima kali ulangan. Rancangan penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan penelitian

Kadar tetes gula (cm ³ /kg semen)	Umur pengujian spesimen (hari)						
	1	2	3	7	14	21	28
0,00	5	5	5	5	5	5	5
0,25	5	5	5	5	5	5	5
0,50	5	5	5	5	5	5	5
0,75	5	5	5	5	5	5	5
1,00	5	5	5	5	5	5	5
1,25	5	5	5	5	5	5	5
1,50	5	5	5	5	5	5	5

3.2. Pembuatan dan Pengujian Spesimen

Langkah-langkah pembuatan spesimen meliputi: (1) persiapan bahan dan peralatan, (2) pengujian pendahuluan pada bahan yang digunakan sebagai bahan campuran beton, (3) perancangan komposisi campuran, (4) pembuatan campuran (*trial mix*), pengujian *slump* dan pembuatan spesimen, (5) pengujian spesimen, (6) analisis data, pembahasan dan kesimpulan.

3.3. Teknik Pengambilan dan Analisis Data

Pengambilan data dilakukan terhadap campuran beton dan spesimen yang memiliki kadar tetes gula yang berbeda, selanjutnya dilakukan uji *slump* dan uji tekan beton pada umur yang berbeda. Pengamatan dilakukan dengan variabel yang diukur: (1) variabel bebas berupa penambahan tetes gula pada campuran beton, (2) variabel tak bebas berupa kuat tekan beton dengan umur yang berbeda.

Analisis data dan hasil pengujian dilakukan dengan analisis regresi.

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan Kasar

Hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar

Jenis pemeriksaan	Agregat halus	Agregat kasar		
		1 - 2	2 - 3	
- Daerah gradasi	Zone 2	-	-	
- Berat jenis jenuh permukaan kering (SSD)	(gram/ cm ³)	2,61	2,75	2,67
- Penyerapan/ Absorpsi	(%)	1,37	3,78	3,59
- Kadar air	(%)	7,66	5,30	2,01
- Kekerasan	(%)	-	13,44	18,22

4.2. Hasil Perencanaan dan Perhitungan Komposisi Campuran

Hasil perencanaan dan perhitungan komposisi campuran untuk volume 1 m³ sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perencanaan dan perhitungan komposisi campuran 1 m³ beton

Material	Campuran beton dengan tetes gula (cm ³ per kg semen)						
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
- Tetes gula	-	74,50	149,00	223,50	298,00	372,50	447,00
- Air (kg)	120,21	120,21	120,21	120,21	120,21	120,21	120,21
- Semen (kg)	298,00	298,00	298,00	298,00	298,00	298,00	298,00
- Agg. halus (kg)	735,02	735,02	735,02	735,02	735,02	735,02	735,02
- Agg. Kasar (kg)							
a. 1 - 2	582,82	582,82	582,82	582,82	582,82	582,82	582,82
b. 2 - 3	688,90	688,90	688,90	688,90	688,90	688,90	688,90

Perencanaan dan perhitungan komposisi campuran untuk 5 spesimen dengan volume 0,027 m³ sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perencanaan dan perhitungan komposisi campuran 0,027 m³ beton

Material	Campuran beton dengan tetes gula (cm ³ per kg semen)						
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
- Tetes gula	-	2,01	4,02	6,02	8,04	10,05	12,06
- Air (kg)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
- Semen (kg)	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05
- Agg. halus (kg)	19,85	19,85	19,85	19,85	19,85	19,85	19,85
- Agg. Kasar (kg)							
a. 1 - 2	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74
b. 2 - 3	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60

4.3. Hasil Pemeriksaan Slump

Hasil pemeriksaan slump sebagaimana Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan slump

Kadar tetes gula (cm ³ /kg semen)	Nilai slump (cm)					Rerata (cm)
	1	2	3	4	5	
0,00	3,00	3,20	3,00	3,20	3,20	3,12
0,25	3,50	3,30	3,20	3,50	3,40	3,38
0,50	4,00	3,70	3,80	4,00	3,70	3,84
0,75	4,50	4,60	4,40	4,30	4,20	4,40
1,00	5,30	5,10	5,60	5,40	5,00	5,28
1,25	6,20	5,90	6,30	6,50	6,00	6,18
1,50	7,40	7,20	7,50	7,60	7,50	7,44

Dari hasil pemeriksaan slump dalam Tabel 5, semakin besar kadar tetes gula yang ditambahkan ke dalam campuran beton semakin besar pula nilai slump, berarti campuran beton yang diperoleh semakin encer.

4.4. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Hasil pemeriksaan kuat tekan beton dengan variasi penambahan tetes gula dan umur spesimen sebagaimana Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan kuat tekan beton rerata sesuai umur uji

Kadar tetes gula (cm ³ /kg semen)	Kuat tekan beton rerata sesuai umur uji (Mpa)						
	1	2	3	7	14	21	28
0,00	2,82	5,88	8,04	12,29	14,18	16,81	18,49
0,25	3,70	6,90	9,20	12,34	15,45	17,18	20,20
0,50	4,36	8,54	9,95	13,09	17,45	20,21	23,91
0,75	6,38	9,26	11,95	15,06	19,67	21,52	26,21
1,00	5,41	8,83	11,58	14,03	18,05	20,21	22,66
1,25	4,60	8,07	11,02	13,05	16,97	19,04	22,29
1,50	2,87	6,37	9,18	11,97	15,43	17,77	20,93

4.5. Pembahasan

Hasil pemeriksaan kuat tekan beton dengan variasi penambahan tetes gula dan umur uji selanjutnya diolah dengan analisis regresi, sehingga diperoleh persamaan hubungan antara variabel yang diuji dengan variabel yang diamati. Beberapa model regresi dapat dicoba seperti bentuk linier dan polinomial. Tetapi sesuai dengan dasar teori bahwa nilai-nilai yang diperoleh dari pemeriksaan berupa kurva lengkung atau ditekankan pada bentuk polinomial.

Persamaan matematis yang diperoleh dari analisis regresi yang menggambarkan hubungan kadar tetes gula dan kuat tekan beton pada berbagai variasi umur uji sebagaimana Tabel 7.

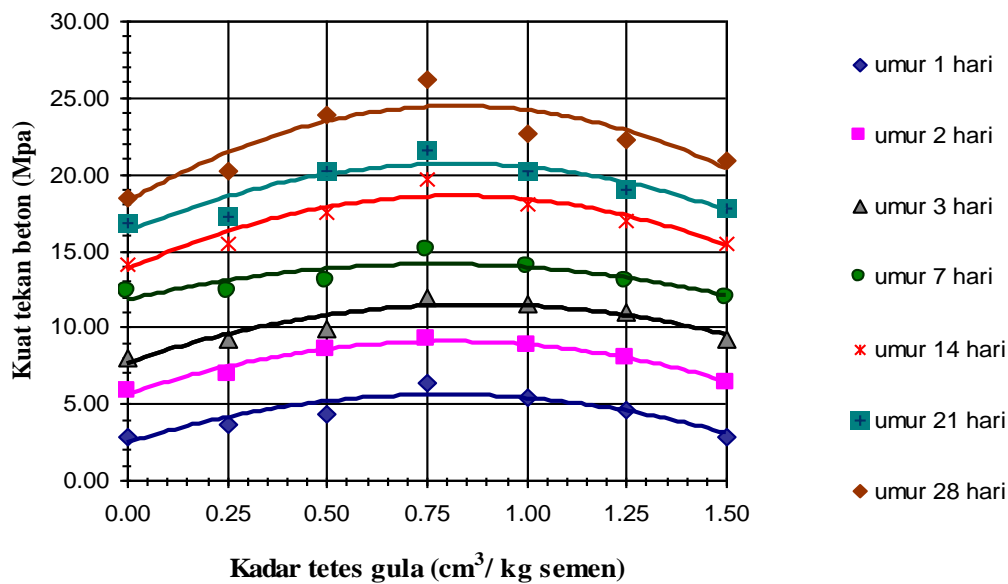
Tabel 7. Hasil analisis regresi hubungan kadar tetes gula dan kuat tekan beton

Umur uji beton (hari)	Model regresi
1	$Y = 2,47 + 7,72 \cdot X - 4,87 \cdot X^2$
2	$Y = 5,85 + 8,32 \cdot X - 5,17 \cdot X^2$
3	$Y = 7,89 + 8,54 \cdot X - 4,88 \cdot X^2$
7	$Y = 12,11 + 5,76 \cdot X - 3,89 \cdot X^2$
14	$Y = 13,81 + 11,41 \cdot X - 6,92 \cdot X^2$
21	$Y = 16,26 + 10,59 \cdot X - 6,44 \cdot X^2$
28	$Y = 18,26 + 14,70 \cdot X - 8,85 \cdot X^2$

dengan

Y = Nilai kuat tekan beton (Mpa)

X = Kadar tetes gula (cm³/ kg semen)



Gambar 3. Hubungan antara tetes gula dan kuat tekan beton

Dari Gambar 3, nilai yang diperoleh menunjukkan adanya titik optimum. Pada kadar tetes gula di bawah titik optimum berturut turut nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan dan di atas titik optimum kuat tekan beton semakin menurun. Perilaku turunnya kuat tekan beton dengan kadar tetes gula di atas titik optimum disebabkan karena campuran beton semakin encer dan terjadi *bleeding* yang menyebabkan beton lebih berpori.

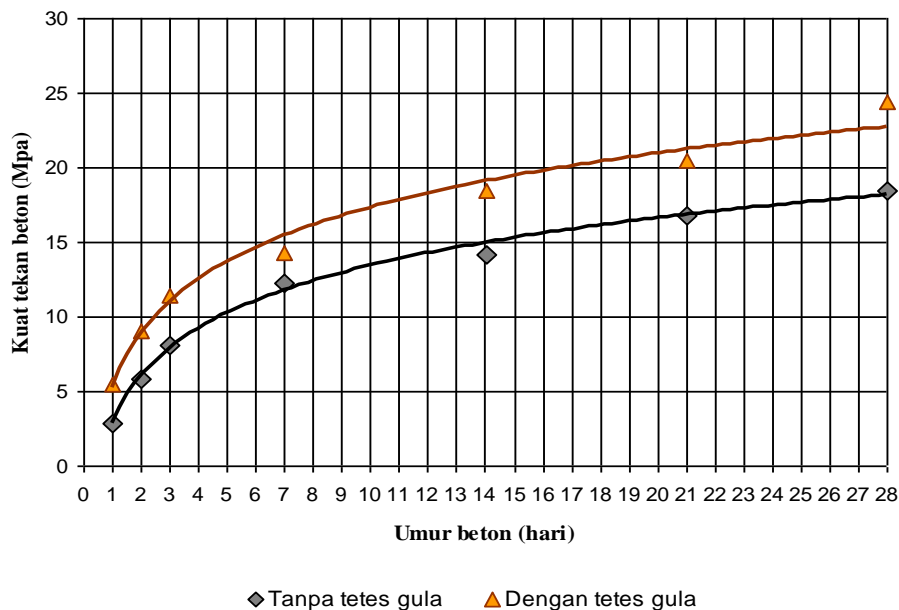
Kadar optimum penambahan tetes gula dan kuat tekan beton maksimum serta persentase kenaikannya untuk setiap umur uji sebagaimana dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis regresi hubungan kadar tetes gula dan kuat tekan beton

Umur uji beton (hari)	Kadar tetes gula (cm ³ /kg semen)	Kuat tekan maksimum (Mpa)		Persentase kenaikan (%)
		Tanpa tetes gula	Dengan tetes gula	
1	0,79	2,82	5,53	96,10
2	0,80	5,88	8,99	52,89
3	0,88	8,04	11,43	42,16
7	0,74	12,29	14,24	15,87
14	0,82	14,18	18,51	30,54
21	0,82	16,81	20,51	22,01
28	0,83	18,49	24,36	31,74

Dari Tabel 8, diperoleh bahwa sesuai dengan umur pengujian kadar tetes gula optimum rerata sebesar 0,81 cc per kg semen PC dan persentase kenaikan kuat tekan beton rerata sebesar 49,06% dihitung terhadap beton normal atau kadar tetes gula 0,00 cc per kg semen PC.

Sedangkan grafik hubungan antara umur uji dengan kuat tekan beton yang dibuat hanya pada tetes gula optimum dan tanpa tetes gula dengan kadar optimum seperti Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara umur dan kuat tekan beton pada kadar tetes gula optimum

Dari Gambar 4 terlihat bahwa presentasi kenaikan kuat tekan beton dari umur uji 1 hari sampai 28 hari untuk campuran dengan tetes gula mengalami kenaikan dibandingkan dengan campuran beton tanpa tetes gula. Kenaikan kuat tekan beton pada umur 1 hari sampai 3 hari seharusnya tidak terlalu besar seperti yang dinyatakan pada tinjauan pustaka. Dengan demikian perbedaan ini masih kurang mendukung untuk menyatakan efektifitas tetes gula sebagai bahan retarder.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan yang dapat ditarik dari pembahasan:

1. Semakin besar kadar tetes gula yang ditambahkan ke dalam campuran beton semakin besar pula nilai slump, berarti campuran beton yang diperoleh semakin encer.
2. sesuai dengan umur pengujian kadar tetes gula optimum rerata sebesar 0,81 cc per kg semen PC dan persentase kenaikan kuat tekan beton rerata sebesar 49,06 % dihitung terhadap kadar tetes gula 0,00 cc per kg semen PC.

5.2. Saran

Dengan melihat hasil yang diperoleh dapat disarankan:

1. Perlu dikembangkan suatu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan retarder yang sudah umum dipakai pada pekerjaan konstruksi. Sehingga hasil yang diperoleh dari tetes gula sebagai bahan retarder dapat dibandingkan terhadap bahan retarder yang sudah umum.
2. Perlu diperhatikan kandungan air di dalam tetes gula, sehingga dengan semakin besar kadar tetes gula yang ditambahkan tidak diperoleh faktor air semen yang berlebihan akibat penambahan air dari tetes gula.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000. *"Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal"*. SK. SNI. 03-2834-2000. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- ASTM Committee C09. ASTM C 494M-99. 1999. "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. ASTM International.
- Mulyono, Tri. 2004. "*Teknologi Beton*". Penerbit ANDI Offset. Yogyakarta.
- Neville, AM. 1996. "*Properties of Concrete*". Fourth Edition. The English Language Book Society and Pitman. Publishing London.
- Nugraha Paulus. 2007. "*Teknologi Beton*". Penerbit ANDI Offset. Yogyakarta.
- Riyanto, S. 2004. "Pemakaian Tetes Gula Sebagai Pelambat Waktu Ikat Campuran Air dan Semen Portland Tipe I". Jurnal BISTEK. Volume 12. Nomor 2 : 89-95.
- Tjokrodimulyo, K, Ir. 1996. "*Teknologi Beton*". Penerbit NAFIRI. Yogyakarta