

PENGARUH BAHAN TAMBAHAN *PLASTICIZER* TERHADAP *SLUMP* DAN KUAT TEKAN BETON

Rika Sylviana

Teknik Sipil Universitas Islam "45" Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436
Email: rikasylyvia@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan pengetahuan tentang teknologi beton telah dapat memenuhi tuntutan kebutuhan antara lain mudah pengerjaannya, cepat mengeras/mengering. Salah satunya adalah penggunaan bahan tambah seperti bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia. Bahan tambahan *plasticizer* jenis Tricosal BV Liquid digunakan untuk meningkatkan *workability* (kemudahan pengerjaan) dengan mengurangi air beton dapat dikurangi.

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah metode ACI (*American Concrete Institute*). Campuran beton digunakan dengan menambah *plasticizer* sebesar 0,1%, 0,2%, 0,4% dan mengurangi air 2,5%, 5%, 10%, kemudian membandingkan dengan beton normal. Pengujian tekan beton dilaksanakan pada saat benda uji berumur 3, 7, 21 dan 28 hari

Hasil penelitian didapat *slump* dan kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* lebih besar dari pada beton normal. Dengan nilai *slump* yang tinggi maka *workabilitas* beton lebih baik, sehingga betonnya menjadi lebih padat. Beton yang menghasilkan kuat tekan rata-rata maksimum ($f'_{cr} = 489,83 \text{ kg/cm}^2$) yaitu beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* 0,1% tanpa pengurangan air.

Kata kunci: bahan tambahan *plasticizer*, *workability*, *slump*, kuat tekan beton

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan struktur bangunan. Hal ini disebabkan bahan-bahannya mudah diperoleh, diolah dan kemajuan pengetahuan tentang teknologi beton telah dapat memenuhi tuntutan kebutuhan.

Beton tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat. Macam-macam bahan tambah antara lain bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia.

Bahan tambahan *plasticizer* ialah bahan selain unsur pokok beton (semen, air dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Bahan tambahan *plasticizer* ini digolongkan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan *workability*, dimana dengan memberikan bahan tambahan ini kadar air beton dapat dikurangi tanpa kehilangan

workabilitas (kemudahan pengerjaannya). Oleh karenanya bahan ini diklasifikasikan secara umum sebagai bahan tambahan untuk mereduksi air.

Bahan tambahan *plasticizer* ini bermanfaat bila ditambahkan pada beton segar yang ingin dirubah sifatnya karena alasan tertentu, tetapi tidak dapat dimodifikasi dengan merubah proporsi dari komposisi campuran beton normalnya untuk membuat campuran yang kaku menjadi lebih plastis, dimana dibutuhkan kekuatan yang tinggi dalam hubungannya dengan *workabilitas* yang baik.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku, khususnya *slump* dan kuat tekan beton, dengan berbagai variasi ukuran bahan tambahan dan air serta membandingkannya dengan beton normal (tanpa bahan tambah).

Batasan Penelitian

- (1) Beton dengan desain awal campuran direncanakan mempunyai kuat tekan silinder $f'_{cr} = 400 \text{ kg/cm}^2$.
- (2) Desain beton menggunakan bahan tambahan untuk mereduksi air (*plasticizer*), dengan perbandingan semen, pasir, kerikil sama dengan desain awal.
- (3) Dalam penelitian ini, agregat yang digunakan untuk campuran beton adalah agregat bergradasi alami. Untuk agregat kasar digunakan agregat yang lolos saringan 40 mm, dan agregat halus yang lolos saringan 4,8 mm.
- (4) Untuk mendapatkan faktor koreksi, $C = (L/10 \times D) + 1,05$ dilakukan pengujian terhadap tiga kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan tiga silinder ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm terhadap setiap jenis benda uji. L adalah lebar benda uji, dan D diameternya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Bahan Departemen Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta.

Persiapan Material

Material pembentuk beton yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

- Semen Portland tipe I merek Nusantara.
- Air dari Laboratorium Penelitian Bahan Departemen Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Agregat halus (pasir) dari Kali Progo.
- Agregat kasar (krikil) dari Kali Progo.
- Bahan tambahan tipe A jenis Tricosal BV Liquid.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- cetakan silinder, cetakan kubus,
- tongkat pemadat,
- mesin pengaduk atau bak pengaduk beton kedap air,
- timbangan,
- mesin tekan,

- satu set alat pemeriksaan *slump*,
- satu set alat pemeriksaan berat isi beton,
- peralatan tambahan seperti ember, sekop, sendok, sendok perata, dan talam.

Pemeriksaan agregat halus terdiri dari pemeriksaan kadar bahan organik, pemeriksaan kadar lumpur, analisa saringan dan modulus kehalusan, pemeriksaan berat jenis dan pemeriksaan berat volume.

Pemeriksaan agregat kasar terdiri dari analisa saringan, pemeriksaan berat jenis dan pemeriksaan berat volume.

Merencanakan campuran beton dengan metode ACI (*American Concrete Institute*). Dengan desain sebagai berikut campuran I adalah beton normal, campuran II adalah penambahan *plasticizer* 0,1% tanpa mengurangi air, campuran III adalah penambahan *plasticizer* 0,1% dan mengurangi air 2,5%, campuran IV adalah penambahan *plasticizer* 0,2% dan mengurangi air 5%, campuran V adalah penambahan *plasticizer* 0,4% dan mengurangi air 10%.

(1) Uji Kekentalan (*Slump*)

Pengujian kekentalan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengujian *slump* menggunakan kerucut Abrams yaitu berupa kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm.

(2) Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 3, 7, 21, dan 28 hari. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin desak hidrolis. Benda uji yang digunakan, kubus ukuran 15 cm dan silinder tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm masing-masing 3 buah. Sebelum dilakukan pengujian terhadap benda uji terlebih dahulu ditentukan berat dan ukurannya.

3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Hasil Penelitian

(1) Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

a. Pemeriksaan Kadar Bahan Organik

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan apakah agregat halus ini terdapat senyawa-senyawa organik yang dapat mengurangi mutu beton. Jumlah senyawa organik yang terdapat pada agregat halus dapat dikontrol dengan merendam contoh agregat yang akan diuji dalam larutan 3% NaOH, cairan dalam endapan tidak boleh lebih gelap dari warna pembanding. Dari hasil pengujian ternyata warna cairan di atas endapan lebih muda dari warna pembanding. Oleh karena itu dalam studi eksperimental ini pasir tersebut dapat langsung dipakai tanpa dicuci terlebih dahulu.

b. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat yang akan dipergunakan sebagai bahan adukan beton. Pada agregat halus ini kandungan lumpurnya tidak boleh lebih dari 5%. Dari hasil penelitian

terhadap pasir yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan beton, didapat kandungan lumpurnya 3,482%. Dengan demikian pasir tersebut dapat langsung dipakai tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

- c. Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan
Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari analisa saringan yang dilakukan diperoleh modulus kehalusan butir (M_f) = 2,418.
- d. Pemeriksaan Berat Jenis
Pemeriksaan berat jenis ini penting, untuk mengetahui berat jenis kondisi kering, berat jenis kondisi SSD, berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan (*absorption*). Dari hasil penelitian terhadap agregat halus didapat:
 - Berat jenis kondisi kering = 2,601,
 - Berat jenis kondisi SSD = 2,656,
 - Berat jenis semu (*apparent*) = 2,751,
 - Penyerapan (*absorption*) = 2,090%.
- e. Pemeriksaan Berat Volume
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat dalam satu satuan volume, baik pada keadaan gembur maupun padat. Dari hasil penelitian didapat berat volume agregat halus (pasir) sebagai berikut:
 - Berat volume gembur = 1,5286 kg/liter,
 - Berat volume padat = 1,6578 kg/liter.

(2) Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar (kerikil) yang berdiameter maksimum 40 mm dan minimum 4,8 mm yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Analisa Saringan
Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan. Dari hasil penelitian didapat modulus kehalusan agregat kasarnya (M_f) = 2,432.
- b. Pemeriksaan Berat Jenis
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis kondisi kering, berat jenis kondisi SSD, berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan (*absorption*).

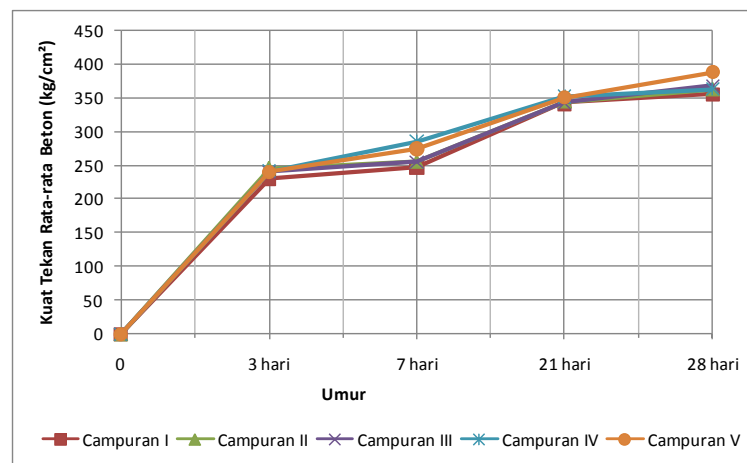
Dari hasil penelitian terhadap agregat kasar ini didapat:
 - Berat jenis kondisi kering = 2,4108,
 - Berat jenis kondisi SSD = 2,4768,
 - Berat jenis semu (*apparent*) = 2,5800,
 - Penyerapan (*absorption*) = 2,720%.
- c. Pemeriksaan Berat Volume
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat dalam satu satuan volume, baik dalam keadaan gembur maupun padat. Dari hasil penelitian terhadap berat volume agregat kasar ini didapat:
 - Berat volume padat = 1,6244 kg/liter,
 - Berat volume gembur = 1,4611 kg/liter.

- (3) Desain awal campuran beton yang dibuat dalam penelitian ini mempunyai kuat tekan silinder $f'_{cr} = 400 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari, dengan kebutuhan semen 471 kg/m^3 beton, pasir 438 kg/m^3 beton, kerikil 1235 kg/m^3 beton, dan air 177 liter/m^3 beton.
- (4) Uji Kekentalan (*Slump*)
Hasil pengujian *slump* ditunjukkan dalam tabel di bawah ini:

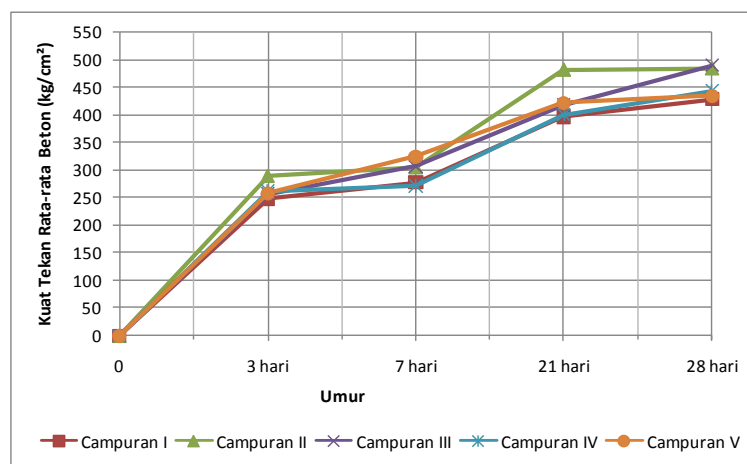
Tabel 1. Hasil Pengujian *Slump*

Campuran	Air (l)	Plasticizer (ml)	<i>Slump</i> Rata-rata (cm)
I	177	-	7,75
II	177	409,60	9,6
III	173	409,60	8,4
IV	168	819,13	8,3
V	159	1636,30	8,2

- (5) Pengujian Kuat Tekan Beton
Hasil dari pengujian tekan ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata Beton Berbentuk Silinder



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata Beton Berbentuk Kubus

Analisa

(1) Kekentalan/*Slump*

Dari pengujian kekentalan, dihasilkan *slump* dalam batas yang direncanakan yaitu 7,5 – 10 cm. Begitu pula beton dengan bahan tambahan, *slump* yang dihasilkan juga dalam batas *slump* beton normal yang direncanakan.

(2) Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton dapat dilihat pada Tabel 2 untuk beton berbentuk silinder dan pada Tabel 3 untuk beton berbentuk kubus.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata Beton Berbentuk Silinder dan Hasil Hitungan Teoritis

No.	Umur Beton (hari)	3	7	21	28
1	f'_{cr} hasil uji tekan (kg/cm^2) beton normal (campuran I)	229,40	247,38	341,76	355,24
	f'_{cr} hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	142,10	230,90	337,48	355,24
2	f'_{cr} hasil uji tekan (kg/cm^2) dengan bahan tambahan 0,1% (campuran II)	246,16	255,76	345,07	362,97
	f'_{cr} hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	145,19	235,93	344,82	362,97
3	f'_{cr} hasil uji tekan (kg/cm^2) dengan bahan tambahan 0,1% (campuran III)	240,50	254,65	343,42	368,00
	f'_{cr} hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	147,20	239,20	349,60	368,00
4	f'_{cr} hasil uji tekan (kg/cm^2) dengan bahan tambahan 0,2% (campuran IV)	241,34	285,77	351,36	362,29
	f'_{cr} hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	144,92	235,49	344,18	362,29
5	f'_{cr} hasil uji tekan (kg/cm^2) dengan bahan tambahan 0,4% (campuran V)	240,12	274,45	350,48	387,63
	f'_{cr} hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	155,05	251,96	368,25	387,63
6	f'_{cr} rencana (kg/cm^2)	160,00	260,00	380,00	400,00

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata Beton Berbentuk Kubus dan Hasil Hitungan Teoritis

No.	Umur Beton (hari)	3	7	21	28
1	f'cr hasil uji tekan (kg/cm ²) beton normal (campuran I)	248,08	277,64	397,38	428,71
	f'cr hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	171,48	278,66	407,28	428,71
2	f'cr hasil uji tekan (kg/cm ²) dengan bahan tambahan 0,1% (campuran II)	289,40	305,00	481,59	484,09
	f'cr hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	193,64	314,66	459,89	484,09
3	f'cr hasil uji tekan (kg/cm ²) dengan bahan tambahan 0,1% (campuran III)	257,57	306,78	418,82	489,83
	f'cr hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	159,93	318,39	465,39	489,83
4	f'cr hasil uji tekan (kg/cm ²) dengan bahan tambahan 0,2% (campuran IV)	260,95	271,08	399,94	442,97
	f'cr hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	177,19	287,93	420,82	442,97
5	f'cr hasil uji tekan (kg/cm ²) dengan bahan tambahan 0,4% (campuran V)	258,87	324,53	421,91	434,28
	f'cr hasil uji tekan umur 28 hari dengan konversi untuk umur 3, 7 dan 21 hari	173,71	282,28	412,56	434,28
6	f'cr rencana (kg/cm ²)	192,77	313,25	457,83	481,93

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kuat tekan rata-rata beton hasil hitungan teoritis (konversi umur) berbentuk silinder berada di bawah kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan. Hal ini disebabkan oleh kekerasan agregat kasar yang kurang baik, sehingga apabila digunakan untuk beton berkekuatan tekan tinggi, agregat kasar tersebut akan hancur terlebih dahulu yang mengakibatkan ikatan antar bahan pembentuk betonnya lepas.

Sedangkan pada Tabel 3, kuat tekan beton rata-rata hasil uji tekan berbentuk kubus mengalami kenaikan dari kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan yaitu pada beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* 0,1% tanpa pengurangan air (campuran II) dikeseluruhan umur dan pada beton yang menggunakan *plasticizer* 0,1% dengan pengurangan air 2,5% (campuran III) pada umur 7, 21, 28 hari. Hal ini disebabkan oleh kepadatan betonnya lebih baik karena pada campuran II dan III

pada beton segarnya mempunyai nilai *slump* tertinggi sehingga memudahkan dalam pengerjaan pematatannya.

Tetapi dari kedua tabel tersebut juga terlihat bahwa kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer*, hasil uji tekan pada 3, 7, 21 dan 28 hari baik berbentuk silinder maupun kubus berada di atas kuat tekan rata-rata beton normal.

Pada beton berbentuk silinder, kuat tekan rata-rata tertinggi sesuai klasifikasi umurnya yaitu pada umur 3 hari terjadi pada campuran II sebesar 246,16 kg/cm², umur 7 hari terjadi pada campuran IV sebesar 274,45 kg/cm², pada umur 21 dan 28 hari terjadi pada campuran V sebesar 368,25 kg/cm² dan 387,63 kg/cm². Untuk kuat tekan beton rata-rata tertinggi di setiap umurnya pada beton berbentuk kubus terjadi pada campuran II untuk umur 3 hari (289,40 kg/cm²) dan 21 hari (481,59 kg/cm²), pada campuran V untuk umur 7 hari (324,53 kg/cm²), dan campuran III untuk umur 28 hari (489,83 kg/cm²).

Kenaikan kuat tekan beton rata-rata hasil uji tekan pada beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* disebabkan oleh nilai *slump* betonnya yang lebih tinggi dari pada beton normalnya. Dengan nilai *slump* betonnya yang lebih tinggi *workabilitas* betonnya menjadi lebih baik, sehingga betonnya menjadi lebih padat.

(3) Faktor Konversi Kuat Tekan Beton

Menurut peraturan beton, kuat tekan benda uji silinder adalah 0,83 kali kuat tekan benda uji kubus. Dari Tabel 4 didapat faktor konversi berdasarkan bentuk benda uji yang sesuai dengan faktor konversi ketetapan PBI 1971 adalah pada beton yang menggunakan bahan tambah *plasticizer* 0,1% dengan pengurangan air 2,5% (campuran III), sedangkan pada campuran II faktor konversinya berada di bawah faktor konversi PBI 1971 dan pada campuran I, IV dan V faktor konversi yang didapat di atas faktor konversi yang ditetapkan PBI 1971.

Tabel 4. Perbandingan Faktor Konversi Kuat Tekan Beton Berbentuk Kubus dan Silinder yang Ditentukan oleh PBI 1978 dan Didapat dari Hasil Penelitian

Campuran	Faktor Konversi PBI 1971	Angka Konversi yang Didapat dari Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Silinder Dibagi Kuat Tekan Rata-rata benda Uji Berbentuk Kubus Rata-rata
I	0,83	0,87
II	0,83	0,78
III	0,83	0,83
IV	0,83	0,91
V	0,83	0,87

Hal ini disebabkan kuat tekan beton rata-rata hasil pengujian berbentuk kubus jauh berada di atas kuat tekan beton rata-rata hasil pengujian berbentuk silinder, karena tingkat pengerjaan pematatan benda uji berbentuk kubus lebih mudah, sehingga kepadatannya lebih baik dari pada benda uji berbentuk silinder. Penyebab lainnya adalah kekerasan agregat kasarnya yang kurang baik, sehingga pada waktu

dibutuhkan kekuatan tekan yang tinggi (benda uji kubus) agregat kasarnya hancur terlebih dahulu sebelum ikatan antara bahan pembentuk beton/agregatnya lepas sehingga faktor konversinya lebih tinggi dari pada yang telah ditetapkan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- (1) Dari hasil pengujian yang didapat di laboratorium dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat kasar bergradasi alami berasal dari Kali Progo tidak baik digunakan untuk beton yang direncanakan mempunyai kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) = 400 kg/cm², karena kekerasan atau kepadatannya yang kurang baik dan kandungan lumpurnya terlalu banyak.
- (2) Hasil kuat tekan beton normal rata-rata yang dihasilkan dari pengujian di laboratorium, dengan menggunakan agregat yang bergradasi alami, sedikit berada di bawah kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) = 400 kg/cm² yang direncanakan dengan metode ACI.
- (3) Nilai *slump* beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* jenis Tricosal BV Liquid lebih besar dari pada *slump* beton normal (tanpa bahan tambahan).
- (4) Beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* kuat tekan rata-ratanya lebih baik, dari pada beton normal (tanpa bahan tambahan).
- (5) Beton yang menghasilkan kuat tekan rata-rata maksimum adalah beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* 0,1% tanpa pengurangan air (campuran II).
- (6) Faktor konversi yang disebabkan bentuk benda uji yang ditetapkan oleh PBI-1971 sebesar 0,83 hanya dapat digunakan pada beton yang menggunakan bahan tambahan *plasticizer* 0,1% dengan pengurangan air 2,5% (campuran III).
- (7) Faktor konversi dari umur beton 28 hari terhadap umur beton 3, 7 dan 21 hari yang ditetapkan oleh PBI-1971 sebesar 0,40, 0,65 dan 0,95 aman digunakan kecuali pada beton normal (campuran I) berbentuk kubus pada umur 21 hari dan beton yang menggunakan bahan tambahan berbentuk kubus dan silinder pada umur 21 hari.

Saran

- (1) Untuk mendapatkan mutu benda uji yang lebih baik maka pada saat pembuatan benda uji perlu diperhatikan cara pencampuran/pengadukan dan pemadatan.
- (2) Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, diusahakan pada saat pembuatan benda uji yang memiliki komposisi campuran yang sama dilakukan satu kali pencampuran.
- (3) Untuk pembuatan beton yang mempunyai kuat tekan rencana rata-rata yang tinggi, sebaiknya digunakan agregat pecahan dan kalau terpaksa harus menggunakan agregat bergradasi alami, sebaiknya dilakukan pemeriksaan terhadap kekerasannya terlebih dahulu sebelum digunakan.
- (4) Konversi yang disebabkan bentuk benda uji sebaiknya dilakukan dari bentuk silinder ke bentuk kubus.
- (5) Konversi yang disebabkan oleh umur beton sebaiknya dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder (yang mempunyai kekuatan tekan rendah), sedangkan untuk benda uji berbentuk kubus (yang mempunyai kekuatan tekan tinggi) angka-angka konversi yang ada kurang tepat digunakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1977, Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.I.-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- _____, 1989, SK SNI-14-1989-F Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Yayasan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- _____, 1991, SK SNI-18-1990-03 Spesikasi Bahan Tambahan untuk Beton, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- _____, 1989, SK SNI-M-13-1989-F Metode Pengujian Berat Beton, Yayasan Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- _____, 1991, SK SNI-28-1991-03 Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Antono, A., 1988, Teknologi Beton, Bahan Perkuliahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Murdock L.J, Brook K.M., 1986, Bahan dan Praktek Beton, Terjemahan Ir. Stephanus Hendarko, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Tjokrodinuljo, K., 1992, Teknologi Beton, Buku Ajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta