

## **VARIASI KONSENTRASI SIKACRETE-W TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA PENGECORAN DALAM AIR**

**Servie O. Dapas**

Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado  
email: sodapas@hotmail.com

### **ABSTRAK**

*Faktor air sangat mempengaruhi mutu dari beton. Jumlah air yang digunakan dalam adukan beton harus dalam proporsi yang tepat agar diperoleh mutu beton sesuai yang direncanakan. Persoalan muncul bila pengecoran dilakukan dalam air (underwater cast concrete). Pemisahan material (segregation), pencemaran air (water pollution), peningkatan FAS (w/c ratio), dan penghanyutan (wash out) material merupakan persoalan utama, sehingga pengecoran dalam air biasanya dihindari. Apabila pengecoran dalam air mau tidak mau harus dilakukan maka perlu dilakukan perlakuan khusus pada teknik pengecoran ataupun pada material pembentuk betonnya.*

*Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi yang spesifik mengenai penggunaan bahan tambahan super plasticizer Sikacrete-W untuk mempercepat laju pengerasan beton dalam air. Komposisi campuran beton ringan direncanakan dengan metode ACI 211.2-91 yang dimodifikasi dengan berat semen 400kg dan substitusi parsial batu pecah terhadap agregat ringan batu apung dengan prosentasi Viscocrete 0,6% dan variasi konsentrasi Sikacrete 0%, 4%, 6% 8% 10%, 12%, dan 14% dari berat semen. Pemeriksaan kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat beton yang diperoleh berada pada rentang 1600-1850 kg/m<sup>3</sup> dan termasuk pada klasifikasi beton berbobot ringan. Umumnya kuat tekan beton yang dicor dalam air lebih rendah dari beton kondisi normal yang tidak dicor dalam air. Prosentase Sikacrete yang memberikan kuat tekan beton yang optimal adalah 12% dari berat semennya. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada konsentrasi Sikacrete optimal 12% adalah 73,53% dari kuat tekan beton kondisi normal.*

*Kata kunci: Kuat tekan, cor dalam air, penghanyutan, prosentase Sikacrete, beton berbobot ringan*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Beton ringan kinerja tinggi banyak digunakan pada bangunan lepas pantai, jembatan, terowongan dan pada industri perkapalan. Alasan utama penggunaan beton ringan adalah untuk mengurangi bobot struktur, terutama apabila beban mati merupakan faktor yang menjadi perhatian khususnya pada elemen struktur yang menerima beban dinamik. Pada kenyataannya agregat ringan yang digunakan untuk beton ringan umumnya memiliki kualitas yang kurang baik seperti absorpsi air yang tinggi, tingkat keausan yang relatif besar serta kuat hancur rendah di banding dengan agregat yang digunakan pada beton normal. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu digunakan bahan tambahan dalam mem-

perbaiki perilaku mekanik beton yang menggunakan agregat ringan.

Sejalan dengan berkembangnya pemanfaatan beton pada berbagai jenis konstruksi yang terletak pada berbagai lokasi seperti di darat dan di air, maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian terhadap pengaruh lingkungan dimana beton tersebut diletakkan atau dicor. Pengecoran di air seringkali tidak dapat dihindari pada saat beban yang ada tidak dapat dipindahkan. Pondasi sumuran pada jembatan dan abutment jembatan merupakan contoh sederhana untuk struktur beton yang pengecorannya berada pada lingkungan yang basah. Hal ini harus menjadi pertimbangan utama untuk melakukan pengecoran dilokasi walaupun struktur beton tersebut ada dalam air.

Pengecoran dalam air dipengaruhi oleh berbagai faktor yang antara lain volume dan

arus air di tempat pengecoran, serta kandungan zat organik yang ada dalam air. Untuk itu maka digunakan bahan tambahan tipe Sika Viscocrete. Bahan tambahan ini digunakan untuk membantu reduksi air dan mempercepat proses pengerasan beton serta mencegah terlepasnya semen dan material halus lainnya pada saat beton muda (*fresh concrete*) berada pada tahap pengerasan.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mendapatkan nilai berat volume beton ringan pada kondisi normal dan membandingkannya dengan berat volume beton ringan pada kondisi pengecoran dalam air.
2. Mendapatkan nilai optimum penggunaan Sikacrete-W pada kondisi pengecoran dalam air.
3. Mendapatkan nilai kuat Tekan beton ringan akibat pengaruh variasi penambahan Sikacrete-W dengan konsentrasi tertentu.

### Rumusan Masalah

Mengacu pada penjelasan diatas maka hal-hal yang akan di bahas dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Penelitian ini meninjau sifat mekanik kekuatan beton dengan penambahan konsentrasi tertentu dari Sikacrete-W.
2. Pelaksanaan pengecoran dalam air.
3. Penggunaan bahan dasar pembentuk beton sesuai dengan material yang digunakan pada beton umumnya yakni:
  - Semen Portland tipe I merek dagang Tonasa
  - Agregat halus: pasir
  - Agregat kasar: batu apung, dan batu pecah
  - Air tanah di lokasi penelitian (Laboratorium Fakultas Teknik)
  - Bahan tambahan: Viscocrete 3115 ID dan Ultrafine Sikacrete-W
4. Konsentrasi Sikacrete-W dengan prosentase 0%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, dan 14% dari berat semen.
5. Pengujian dilakukan pada uji tekan dengan umur benda uji 7, 14, dan 28

hari.

6. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Untuk pengecoran dalam air dilakukan dengan kondisi:
  - Pengecoran pada wadah (kolam air) yang dipersiapkan untuk itu.
  - Kondisi arus air didalam kolam tidak diperhitungkan (air tidak bergerak).
  - Pengaruh zat organik dan senyawa kimia lainnya diabaikan.
  - Metode penuangan beton tanpa menggunakan alat bantu (seperti tremi dan lainnya).
  - Pematatan dilakukan secara manual, tidak menggunakan vibrator.

## BETON

### Pengertian Umum

Menurut Sameko dan Rahmadiyanto (2001), beton didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

Material dasar pembentuk beton pada hakekatnya dapat dikelompokkan sebagai bahan aktif dan bahan pasif, dimana bahan aktif terdiri dari semen dan air yang nantinya berfungsi sebagai perekat/pengikat, sedang-kan kelompok bahan pasif yaitu agregat halus dan agregat kasar yang berfungsi sebagai pengisi.

Penggunaan beton dalam struktur bangunan sipil lebih luas atau diminati masyarakat karena beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu mudah dalam pelaksanaan meliputi angkutan konstruksi dan kontrol kualitas, hampir tidak ada perawatan dan menekan biaya pemeliharaan, tahan terhadap kondisi lingkungan dan kebakaran serta dari sudut pandang estetika dan kebutuhan arsitektural sangat fleksibel untuk dibentuk sesuai keinginan perancang. Kekurangan-kekurangan beton dalam pemakaiannya yaitu mempunyai kekuatan tarik yang rendah, adanya rambatan suhu, terjadi

penyusutan kering dan perubahan kadar air serta mempunyai berat volume yang besar. Menurut Dipohusodo (1994), bahan-bahan pembentuk beton harus dicampur dan diaduk dengan benar dan merata agar dapat dicapai mutu beton yang diinginkan. Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, perbandingan campuran harus ditentukan agar menghasilkan beton yang:

1. Kelecekan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton yang mudah tanpa memungkinkan terjadinya segregasi atau pemisahan agregat.
2. Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus seperti kedap air, korosif dan lainnya.
3. Memenuhi karakteristik mekanik beton yang direncanakan.

Campuran beton segar terdiri dari dua jenis yaitu beton campuran kurus dan gemuk yang dibedakan dengan perbandingan material pembentuk beton, untuk campuran beton kurus perbandingannya ialah semen 7%, air 16%, pasir 15%, kerikil/batu pecah 51% dan udara 0,5% sedangkan campuran beton gemuk terdiri dari semen 15%, air 21% , pasir 30%, kerikil/batu pecah 31% dan udara 3% .

Penggunaan material beton memiliki kelebihan seperti (Tjokrodinuljo, 1996):

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperatur tinggi
- d. Fresh concrete dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk pengecoran pada tempat tinggi atau dalam air dengan menggunakan metode tertentu.
- e. Tahan terhadap korosi dan pembusukan akibat kondisi lingkungan

### **Material Pembentuk Beton**

Semen portland. Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat- silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen Portland merupakan bahan ikat yang penting dan terdiri dari beberapa tipe dan digunakan sesuai dengan kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat-sifatnya yang

khusus. Adapun fungsi dari semen adalah untuk melekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa yang padat, selain itu untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan semen Portland menurut Tjokrodinuljo (1996): Kapur CaO (60–65%), Silika SiO<sub>2</sub> (17–25%), Alumina Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3-8 %), Besi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.5–6%), Magnesia MgO (0.5–4%), Sulfur SO<sub>3</sub> (1–2 %), Soda/potash Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O (0.5–1%).

Agregat halus. Agregat halus untuk beton dapat berasal dari alam, hasil pemecahan batu alam atau dari bahan buatan. Semuanya mempunyai berat volume padat (unit weight) tidak kurang dari 1200 kg/m<sup>3</sup>. Agregat ini merupakan salah satu material granular yang bersama-sama agregat kasar dipakai dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolis atau adukan. Berdasarkan ukuran butirnya, agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan no.4 (4,75 mm). Syarat mutu agregat halus ditetapkan menurut menurut ASTM C33-93.

Agregat kasar. Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan no.4 (4,75 mm). Agregat kasar dapat berupa krikil, pecahan krikil dan batu pecah. Syarat mutu agregat kasar harus sesuai ASTM C33 – 93.

Air. Air merupakan bahan dasar pembentuk beton yang penting dan harganya paling murah. Air yang digunakan akan bereaksi dengan semen serta merupakan bahan pelumas antara butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 % berat semen saja namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan menjadi rendah dan berpori. Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton, tetapi tidak berarti air

pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum. Air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton ialah air yang menghasilkan kekuatan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling. Jika terdapat kesulitan air untuk penggunaan umum dan kualitas air yang ada di khawatirkan, maka perlu dilakukan pengujian kualitas air. Air buangan industri yang mengandung alkali biasanya tidak memenuhi syarat untuk struktur beton.

### **Mineral Pembantu**

Mineral pembantu yang digunakan umumnya mempunyai komponen aktif yang bersifat pozzolanik (material pozzolan) yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas (kalsium hidroksida) yang dilepas semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

Material pozzolan dapat berupa material yang sudah terjadi secara alami ataupun yang didapat dari sisa industri (limbah) dan masing-masing mempunyai komponen aktif yang berbeda. Umumnya material pozzolan ini lebih murah dari pada semen portland sehingga biasanya digunakan sebagai pengganti semen, namun prosentase maksimum pengganti ini harus diuji seberapa besar sumbangan material tersebut terhadap beton karena kelebihan menggunakan pozzolan akan terjadi penurunan kekuatan beton.

Penambahan material pozzolan berpengaruh terhadap kecacakan beton, dimana beton yang kekurangan bagian butir halus dalam agregat, menjadi tidak kohesif, dan sudah *bleeding*. Cara memperbaiki keadaan ini dapat dengan menambahkan tepung benda padat yang halus sekali, misalnya tepung tras, kapur atau gilingan batu kapur. Bertambahnya partikel halus ini kemungkinan terjadi *bleeding* pada beton segar akan berkurang karena kelebihan air akan terserap oleh partikel halus.

### **Beton Ringan**

Beton ringan merupakan jenis beton yang dibentuk dengan menggunakan agregat yang relatif ringan dibanding agregat yang

digunakan untuk beton normal. Berat jenis beton ringan sekitar 1400-1850 kg/m<sup>3</sup>, dengan kuat tekan pada umur 28 hari lebih besar dari 17,5 MPa. (ACI-318). Batasan definisi beton ringan yaitu beton yang mengandung agregat ringan dengan berat jenis/satuan tidak melebihi 1900 kg/m<sup>3</sup> (SNI, 2002).

Kuat tarik dan geser beton ringan lebih kecil dibanding dengan agregat alamiah yang memiliki kuat tekan yang sama. Reduksi kuat tarik dapat mencapai 30%. Modulus elastis beton ringan sekitar 0,5 sampai 0,75 kali dari nilai modulus elastisitas beton normal dengan agregat alamiah pada kuat tekan yang sama berkisar antara 7 sampai 21 kN/mm<sup>2</sup> (Murdock et al. 1991). Oleh sebab itu nilai deformasi elastis, penyusutan (*shrinkage*) dan rayapan (*creep*) beton ringan menjadi lebih besar.

### **Beton Normal**

Beton normal adalah beton yang mengandung agregat normal yang diperoleh dari agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah sehingga didapat berat jenis beton sekitar 2100-2500 kg/m<sup>3</sup>. Kuat tekan beton normal berkisar antar 20-50 MPa pada umur 28 hari.

Beton normal biasanya digunakan untuk konstruksi sederhana seperti rumah tinggal dan bangunan-bangunan bertingkat dimana kebutuhan kuat tekan tidak terlalu besar. Proses pelaksanaan konstruksi untuk bangunan yang menggunakan beton normal tidak terlalu menuntut tingkat ketelitian yang tinggi. Bahan dasar pembentuk beton normal tidak menuntut penggunaan bahan yang memiliki kualitas tinggi sehingga bahan dasar untuk beton normal mudah diperoleh.

### **Sifat Karakteristik Beton**

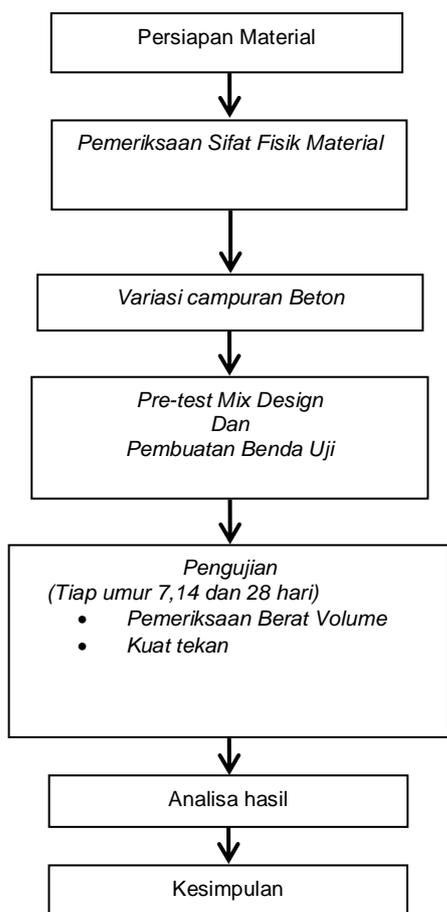
Karakteristik beton umumnya digolongkan dalam 2 (dua) sifat, yaitu beton segar (*freshly concrete behavior*) dan sifat beton keras (*hardened concrete behavior*). Sifat beton segar yang terpenting adalah kemudahan dalam pengerjaannya (*workability*), *segregasi*, *bleeding/laitance*. Sifat mekanik beton keras dapat diklasifikasikan

sebagai sifat jangka pendek yang meliputi kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, dan kekakuan yang diukur dari modulus elastisitasnya, serta sifat jangka panjang seperti rangkakan (*creep*) dan susut (*shrinkage*).

Kemudahan pengerjaan diukur dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Ada tiga jenis slump yaitu: slump absolute/sejati, slump geser, dan slump runtuh/collapse (Murdock et al, 1991).

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah studi experimental dengan membandingkan hasil dari laboratorium dengan teori yang sudah ada. Alur penelitian digambarkan pada bagan alir penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### Material

Agregat kasar yang digunakan ialah batu pecah berasal dari desa Tateli yang memiliki kualitas baik, bentuknya tidak bulat dan keras. Pengujian yang dilakukan untuk memperoleh karakteristik agregat tersebut antara lain gradasi mengacu pada ASTM C 136-92 dan ASTM C-33, berat jenis dan absorpsi agregat ASTM C 127-88, berat volume ASTM C 29. Sedang agregat halus yang digunakan adalah pasir dari desa Girian Kota Bitung, berkualitas baik dan pemeriksaan karakteristiknya sama dengan agregat kasar, ditambah dengan pemeriksaan kadar lumpur dan zat organik agregat halus ASTM C 40-92.

Semen yang digunakan ialah semen portland tipe I merk Tonasa. Air diambil dari sumur bor di lokasi Fakultas Teknik UNSRAT Manado.

### Bahan Tambahan

Sika Viscocrete-3115 ID: adalah merupakan superplasticizer generasi ketiga untuk beton dan mortar. Bahan ini secara khusus dikembangkan untuk menghasilkan karakteristik beton mengalir yang tinggi dengan tetap mempertahankan properti referensi pengaliran tanpa menimbulkan segregasi, pemisahan material. Bahan tambahan ini berbentuk cairan bening dengan kekentalan dan berat jenis sekitar 1,04 – 0,01 kg/l.

Sikacrete-W: merupakan mineral mikro silika original yang telah melalui suatu proses tertentu untuk perlakuan pengecoran beton di bawah air. Bahan ini menghasilkan beton dengan tingkat kohesi yang sangat tinggi dan menjaga properti pengaliran adukan. Sikacrete-W mampu mereduksi penghanyutan beton selama penuangan beton dibawah air berlangsung. Bentuk dari bahan ini berupa bubuk/serbuk mikro silika berwarna abu-abu dengan berat jenis sekitar 0,5 kg/l.

### Komposisi Campuran Beton

Rencana komposisi campuran yang dipakai ditetapkan melalui trial mix yang dicor pada benda uji dengan ukuran silinder 15/30 cm serta dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan. Kuat tekan hancur beton diuji dengan

menggunakan mesin tekan merk ELE kapasitas 1000 KN dengan kecepatan 10 kN/detik. Beban ditekan dari arah aksial sampai hancur dan beban hancurnya dicatat. Desain jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain jumlah benda uji

Kode Jenis Campuran	Jumlah Benda Uji untuk Umur Beton (hari)			Total
	7	14	28	
BCN	7	7	7	21
BSW-00	7	7	7	21
BSW-04	7	7	7	21
BSW-06	7	7	7	21
BSW-08	7	7	7	21
BSW-10	7	7	7	21
BSW-12	7	7	7	21
BSW-14	7	7	7	21

Data hasil komposisi awal campuran dapat dilihat pada Tabel 2.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Slump

Pengujian slump dilakukan pada beton segar (fresh concrete) dengan tujuan untuk mengetahui kelecakan campuran beton yang akan mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses pengerjaan beton. Dengan kata lain, nilai slump adalah parameter kekentalan dan konsistensi workabilitas adukan beton.

Jenis slump yang terjadi pada penelitian ini ada dua macam yaitu slump geser dan slump

absolut. Slump geser terjadi pada jenis campuran beton ringan kondisi normal yang tidak dicetak di dalam air ( BCN ) dan pada jenis campuran beton ringan yang dicetak dalam air (BSW-00) dimana separoh puncaknya tergeser dan tergelincir ke bawah membentuk bidang miring pada saat pengangkatan kerucut Abrams, sedangkan pada jenis-jenis campuran lainnya (BSW-04, BSW-06, BSW-08, BSW-10, BSW-12, dan BSW-14) terjadi slump absolut yang ditandai dengan penurunan puncak yang biasa dan seragam sehingga permukaan puncaknya rata. Hal ini menunjukkan peran Sikacrete-W yang mampu meningkatkan sifat kohesif campuran beton, mencegah pemisahan agregat dalam campuran, dan dapat mereduksi penghanyutan finer element pada saat pengecoran dilakukan dalam air. Nilai slump rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3 di atas. Nilai slump yang terjadi bervariasi diantara 85 mm – 93 mm, dimana nilai slump tersebut berada dalam rentang batas slump rencana yaitu 85 mm – 100 mm. Variasi nilai-nilai slump tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kondisi SSD agregat yang tidak seragam, faktor reduksi air, serta absorpsi air dari Sikacrete-W. Tabel 3. tersebut juga memperlihatkan bahwa pada jenis campuran BCN, nilai reduksi air cukup tinggi dan mencapai 31,99% pada pencapaian nilai slump rencana. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi agregat cenderung basah sehingga menambah jumlah air pada campuran.

Tabel 2. Komposisi awal campuran

Parameter	Tahapan Campuran			
	I	II	III	IV
Semen	370,75 kg	370,95 kg	370,95 kg	400,00 kg
Air	180,9k kg	180,9k kg	180,9k kg	200,00 kg
Pasir	357,96 kg	589,38 kg	586,38 kg	536,41 kg
Perbandingan BA/BP	100-0	75-25	50-50	50-50
Batu Apung (BA)	712,81 kg	534,61 kg	356,41 kg	357,34 kg
Batu Pecah (BP)	-	178,20 kg	356,41 kg	357,34 kg
Sika Viscocrete	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	1438,9	1525,2	1844,4	1823,2
Kuat Tekan (Mpa)	11,77	12,56	15,32	20,52

Tabel 3. Nilai Slump untuk Masing-masing Jenis Campuran

Kode Jenis Campuran	Nilai Slump Rata-rata (mm)	Reduksi Air (%)	FAS (w/c) Aktual
BCN	85	31,99	0,35
BSW-00	93	23,07	0,39
BSW-04	86	28,64	0,36
BSW-06	85	23,86	0,39
BSW-08	85	27,58	0,37
BSW-10	90	27,22	0,37
BSW-12	85	25,63	0,38
BSW-14	85	25,27	0,38

Pada jenis campuran BSW-00 dan BSW-06, kondisi agregat cenderung kering sehingga agregat menyerap lebih banyak air pencampur, sehingga nilai reduksi air menurun mencapai 23,07% dan 23,86%. Pada jenis beton lainnya, kondisi SSD agregat relative seragam sehingga penurunan nilai reduksi air lebih dipengaruhi oleh absorpsi Sikacrete-W. Semakin besar konsentrasi Sikacrete-W, nilai reduksi air semakin kecil.

**Berat Volume Beton**

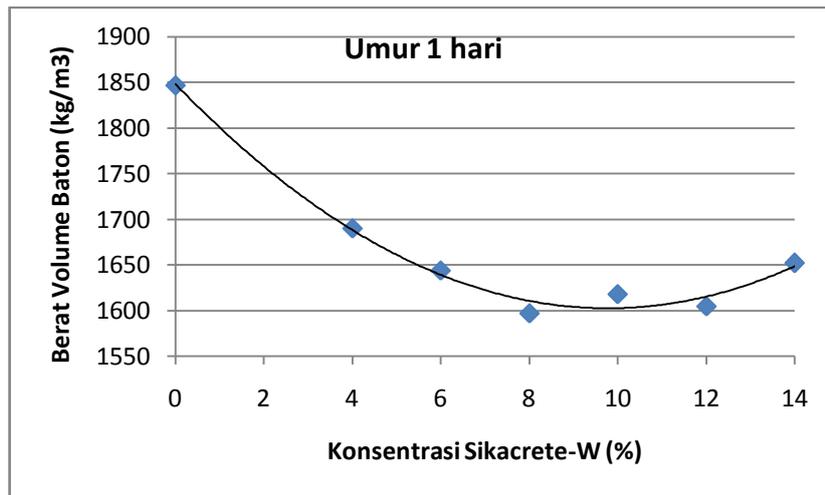
Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dan volumenya. Berat volume beton tergantung pada berat volume agregat, sehingga jenis agregat yang digunakan dalam campuran beton sangat menentukan. Tabel 4 memperlihatkan berat volume beton rata-rata untuk setiap jenis campuran yang ditimbang pada umur 1 hari.

Berdasarkan klasifikasi berat volume beton menurut ACI, maka jenis beton yang diperoleh yang mempunyai rentang berat volume 1600 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 1850 kg/m<sup>3</sup> digolongkan pada beton ringan struktural karena berada diantara (1450-1900) kg/m<sup>3</sup>. FIP menggolongkan pada beton berbobot ringan (<2000 kg/m<sup>3</sup>). Demikian halnya dengan SNI yang menggolongkan jenis beton dengan berat volume lebih kecil dari 1900 kg/m<sup>3</sup> sebagai beton ringan.

Hubungan antara berat volume beton dengan prosentase konsentrasi Sikacrete-W digambarkan dalam grafik pada Gambar 2, yang menunjukkan bahwa pada umur 1 hari, trend grafiknya cenderung menurun dan setelah prosentase konsentrasi Sikacrete-W 10% terjadi peningkatan. Terlihat juga bahwa nilai berat volume beton lebih kecil daripada nilai berat volume beton ringan kontrol (BCN), kecuali pada BSW-00.

Tabel 4. Berat volume beton ringan rata-rata pada umur 1 hari

Kode Jenis Campuran	Berat Rata-rata Benda Uji (kg)	Berat Volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	% terhadap Beton Kondisi Normal BCN
BCN	2,827	1799	100,00
BSW-00	2,903	1847	102,68
BSW-04	2,656	1690	93,96
BSW-06	2,584	1644	91,39
BSW-08	2,510	1597	88,79
BSW-10	2,543	1618	89,97
BSW-12	2,523	1605	89,23
BSW-14	2,597	1652	91,86



Gambar 2. Grafik hubungan antara berat volume beton dengan prosentase konsentrasi Sikacrete-W.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya fluktuasi pada nilai berat volume beton, antara lain:

- Faktor pertama disebabkan oleh penambahan volume air dari kolam pengecoran terhadap adukan beton yang berada dalam cetakan selama pengecoran berlangsung. Pada saat adukan beton dituang ke dalam cetakan, air yang semula sudah ada di dalam cetakan sebagian terdorong keluar, ditandai dengan naiknya muka air kolam, dan sebagian lagi akan terperangkap bersama-sama dengan udara dan menempati ruang tertentu di dalam beton. Air yang terperangkap tersebut kemudian menguap akibat adanya panas hidrasi yang terjadi selama proses hidrasi semen berlangsung dan meninggalkan rongga/pori pada beton. Adanya rongga/pori tersebut membuat berat volume beton yang di cor di dalam air menjadi relatif lebih kecil dibandingkan dengan berat volume beton kondisi normal yang tidak dicetak di dalam air. Rongga/Pori yang terjadi pada lapisan luar benda uji dapat terlihat pada saat cetakan dibuka. Untuk benda uji dengan prosentase konsentrasi Sikacrete-W kecil (BSW-00, BSW-04, dan BSW-06), jumlah rongga/pori yang terlihat relatif lebih sedikit dibandingkan dengan benda uji dengan prosentase konsentrasi Sikacrete-W yang tinggi

(BSW-08, BSW-10, BSW-12, dan BSW-14).

- Faktor yang kedua adalah dengan adanya penghanyutan material pada saat penuangan adukan beton di dalam air. Faktor ini sangat dipengaruhi oleh metode dan teknik pelaksanaan di lapangan. Apabila metode dan teknik pelaksanaannya kurang tepat, maka semakin banyak penghanyutan yang akan terjadi. Adanya penghanyutan ini terlihat jelas pada saat proses penuangan beton maupun pada saat selesai pengecoran, yang ditandai dengan adanya endapan bubuk semen/mortar di sekitar lokasi pencetakan. Peran Sikacrete-W sebagai bahan *anti wash-out admixtures* (AWA's) yang mampu mereduksi penghanyutan material melalui efek peningkatan kinerja sifat kohesif yang tinggi pada beton terlihat pada jenis campuran dengan prosentase konsentrasi yang lebih besar dari 6%.
- Faktor ketiga adalah adanya perbedaan jenis dan tingkat pemadatan pada saat pengecoran dilakukan. Tujuan pemadatan beton antara lain adalah untuk mengurangi terjadinya rongga/pori pada beton. Semakin sedikit rongga/pori yang terjadi maka beton tersebut semakin padat yang otomatis memiliki berat volume beton yang lebih tinggi daripada beton dengan rongga/pori yang lebih banyak. Pada pengecoran beton di dalam air, hanya

digunakan peralatan pema-datan manual dengan menggunakan tongkat pemadat, karena keterbatasan alat di laboratorium, sedangkan beton yang dicor pada kondisi normal (BCN) selain dipadatkan secara manual, juga dikombi-nasikan dengan menggunakan meja penggetar (*shaking table*). Hal ini dapat menjawab kenyataan bahwa nilai berat volume benda uji jenis beton kondisi normal (BCN) cenderung lebih tinggi daripada berat volume beton yang dipadatkan secara manual (BSW).

- Faktor keempat adalah distribusi pembagian material yang tidak seragam. Kadang kala distribusi material pada masing-masing benda uji dapat saja berbeda secara ekstrim karena terjadinya penumpukan material yang sejenis, akibat pengadukan yang tidak sempurna. Terlebih lagi agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berupa batu pecah dan batu apung memiliki karakteristik yang sangat berbeda, dimana batu apung cenderung meng-apung di air sedang batu pecah pasti tenggelam dalam air.

**Kuat Tekan Beton**

Mutu beton umumnya diukur dari kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur beton yang direncanakan memerlukan beton dengan mutu yang tinggi pula, dalam hal ini adalah kuat tekan beton.

Tabel 5. Nilai kuat tekan beton ringan rata-rata.

Kode Jenis Campuran	Kuat Tekan Beton Rata-rata (MPa) pada Umur Beton (hari)		
	7	14	28
BCN	13,31	15,85	20,59
BSW-00	5,57	4,40	6,38
BSW-04	3,53	5,72	7,10
BSW-06	5,06	7,26	9,36
BSW-08	7,26	9,23	12,34
BSW-10	9,79	12,44	13,73
BSW-12	10,40	12,97	15,14
BSW-14	6,20	9,59	12,29

Nilai rata-rata kuat tekan beton untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai kuat tekan beton rata-rata maksimum untuk jenis beton yang dicetak di dalam air (BSW) pada

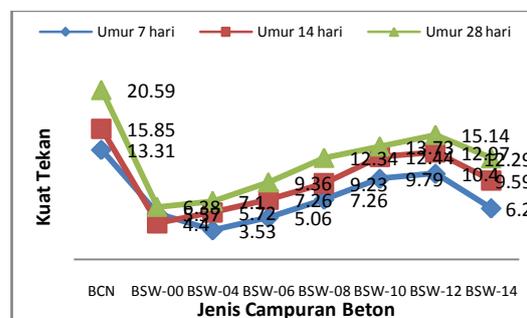
semua umur beton dicapai oleh BSW-12 (jenis campuran beton yang dicetak di dalam air dengan prosentase Sikacrete-W 12%) yaitu sebesar 10,40 MPa, 12,97 MPa, dan 15,14MPa. Trendnya dapat dilihat dari grafik pada Gambar 3.

Perbandingan prosentase peningkatan kuat tekan beton terhadap kuat tekan beton umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil yang ada memperlihatkan laju peningkatan kuat tekan beton yang cukup besar pada umur awal beton karena pengaruh *superplasticizer Viscocrete* serta senyawa silica dan metal selulosa yang terkandung dalam Sikacrete-W yang ikut bereaksi meningkatkan sifat kohesif campuran, sehingga mereduksi penghanyutan pada kondisi pengecoran di dalam air.

Pada Tabel 7. diperlihatkan prosentase kuat tekan beton kondisi pengecoran dalam air (BSW) terhadap kuat tekan beton kondisi pengecoran normal (BCN). Prosentase reduksi kuat tekan akibat pengecoran dalam air ditunjukkan pada Tabel 8.

Dari Tabel 8. terlihat bahwa prosentase reduksi kuat tekan BSW-00 (dicor dalam air) terhadap kuat tekan BCN (kondisi normal) mencapai 69,01% pada umur 28 hari, sedang pada BSW-12 prosentase reduksi kuat tekan beton turun sampai 21,86% dari BCN. Secara umum dapat disimpulkan bahwa penambahan Sikacrete-W dengan prosentase 8-12 % dari berat semen dapat mereduksi kehilangan kekuatan beton akibat pengecoran dalam air, meskipun kuat tekan beton yang dihasilkan masih dibawah kekuatan tekan beton yang dicor pada kondisi normal.



Gambar 3. Grafik kuat tekan rata-rata beton ringan

Tabel 6. Prosentasi peningkatan kuat tekan beton terhadap umur beton 28 hari.

Kode Jenis Campuran	Prosentase Peningkatan Kuat Tekan Beton (%) terhadap Umur Beton 28 hari		
	7	14	28
BCN	64,64	76,98	100
BSW-00	87,30	68,97	100
BSW-04	49,72	80,58	100
BSW-06	54,06	77,56	100
BSW-08	58,83	74,80	100
BSW-10	71,30	90,60	100
BSW-12	68,69	85,67	100
BSW-14	50,45	78,03	100

Tabel 7. Prosentasi peningkatan kuat tekan beton terhadap BCN.

Kode Jenis Campuran	Prosentase Peningkatan Kuat Tekan Beton (%) terhadap BCN dengan Umur Beton (hari)		
	7	14	28
BCN	100	100	100
BSW-00	41,85	27,76	30,99
BSW-04	26,52	36,09	34,48
BSW-06	38,02	45,80	45,47
BSW-08	54,55	58,23	59,93
BSW-10	73,55	78,49	66,68
BSW-12	78,14	81,83	73,53
BSW-14	46,58	60,50	59,69

Tabel 8. Prosentasi reduksi kuat tekan beton terhadap BCN.

Kode Jenis Campuran	Prosentase Reduksi Kuat Tekan Beton (%) terhadap BCN dengan Umur Beton (hari)		
	7	14	28
BCN	0	0	0
BSW-00	58,15	72,24	69,01
BSW-04	73,48	63,91	65,52
BSW-06	61,98	54,20	54,53
BSW-08	45,45	41,77	40,07
BSW-10	26,45	21,51	33,32
BSW-12	21,86	18,17	26,47
BSW-14	53,42	39,50	40,31

## PENUTUP

Kesimpulan yang diperoleh:

1. Kuat tekan beton ringan rata-rata untuk jenis campuran beton yang di cor dalam air (BSW) masih lebih rendah daripada kuat tekan beton ringan jenis campuran beton yang dicor tidak dalam air (BCN).
2. Nilai optimum penggunaan Sikacrete-W pada kondisi pengecoran beton didalam air (*underwater cast concrete*) berdasarkan kuat tekan adalah 12% dari berat semen.
3. Besarnya nilai kuat tekan beton ringan tertinggi pada umur 28 hari yang diperoleh pada kondisi *underwater cast concrete* dengan konsentrasi Sikacrete-W 12% (BSW-12) hanya sebesar 73,53 % dari kuat tekan beton kondisi normal (BCN).
4. Reduksi nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh BSW-00 (kondisi *underwater cast concrete*) terhadap nilai kuat tekan beton kondisi normal

(BCN) dengan penggunaan super-plasticiser Viscocrete 0,6% dari berat semen pada umur 28 hari adalah sebesar 69,01%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh PNBP Unsrat Tahun Anggaran 2012. Untuk itu peneliti mengucapkan banyak terima kasih.

### DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.1-91. 1993 "*Standard Practice For Selecting Proportions For Normal Heavy Weight And Mass Concrete*". ACI Detroit.
- American Society For Testing Material (ASTM). 1993 "*Concrete and aggregate*", Volume 04.02, Philadelphia, 1993.
- ACI Committe 211. 2-91, 1995 "*Standard Practice for Selecting Proportion for Structural Lightweight Concrete*" American Concrete Institute Part I, Detroit-Michigan.
- ACI Committe 304R-89, 1995 "*Measuring, Mixing, Transporting and Placing*" American Concrete Institute Part 2 Detroit-Michigan
- SK SNI T-15-1991-03, 1991. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Departemen Pekerjaan Umum.
- Dipohusodo, I., 1994 "*Struktur Beton Bertulang*" PT Gramedia Pustaka Umum
- Murdock, L.J., Brock, K.M., Hendarkho, S., 1991. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta.
- Sumekto,W., Rahmadiyanto, C., 2001. *Teknologi Beton*. Kanisius, Yogyakarta
- Tjokrodinuljo,K.1996. "*Teknologi Beton*". Penerbit Nafiri Yogyakarta.