

PERFORMA BIOCONC DALAM PENINGKATAN KUALITAS BETON

Maknoe Basoeki
Arifien Nursandah
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No.59 Surabaya, Telp 031-3811966
Email : arifien.nursandahums@gmail.com

ABSTRACT

High strength concrete is a concrete that has high compression strength that used cement replacement materials to increased compression strength. Cement replacement materials that usually used is silica fume and fly ash. In this paper, we observed the performance of high strength concrete with OPC cement based material and silica fume as cement replacement (insertion), compared with Bioconc as micro-filler insertion, and also compared with paralel performance of both silica fume and Bioconc together in a concrete mix. The variation of silica fume that used is 0%, 5%, 7,5% and 10%. Beside that, the variation of silica fume will be make as two variation, such as concrete with Bioconc and concrete without Bioconc to find out the influence of Bioconc. The w/c used is 0,25% from weight of binder, whereas to make a good workability then used superplasticizer. The variation of superplasticizer is find out by trial in the laboratory. The testing conducted at the age 1, 3, 7, 14, 21, 28 is compression strength of paste, compression strength of mortar, and compression strength of concrete beside that at concrete specimen will be split and porosity test. From the result of research, the highest compression strength at 28 days (B7,5M) is 69,71 Mpa, whereas the silica fume optimum is at 7,5%. Addition of Bioconc has no effect at concrete density but has an effect at compressive strength. With Bioconc addition the compressive strength increased $\pm 30\%$. Bioconc more effective in stand alone micro filler use. Mix use between Bioconc-another filler may reduce its performance.

Keywords : High Strength Concrete, Compressive strength, Bioconc, Silica fume

ABSTRAKSI

Dalam penelitian ini akan dibuat beton mutu tinggi dengan menggunakan material dasar semen OPC dan *silica fume* sebagai pengganti semen. Kadar *silica fume* yang digunakan adalah 0%, 5%, 7,5% dan 10%. Selain itu dari kadar silica fume tersebut akan dibuat dua variasi yaitu beton dengan Bioconc dan beton tanpa Bioconc untuk mencari tahu pengaruh dari Bioconc tersebut. Faktor air semen yang dipakai adalah 0,25% dari berat binder, sedangkan untuk membuat workabilitynya bagus maka digunakan *superplasticizer*. Kadar *superplasticizer* yang digunakan dicari lewat trial pengujian di laboratorium. Pengujian yang dilakukan pada umur 1, 3, 7, 14, 21, 28 adalah uji tekan pasta, uji tekan mortar dan uji tekan beton, selain itu pada benda uji beton umur 28 hari akan dilakukan uji split beton dan uji porositas. Dari hasil penelitian didapatkan kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari (B7,5M) adalah 69,71 MPa, sedangkan variasi *silica fume* yang paling optimum ada pada kadar 7,5%. Penambahan Bioconc tidak berpengaruh pada berat volume beton tetapi berpengaruh pada kuat tekan beton tersebut. Dengan penambahan Bioconc maka kuat tekan beton meningkat sebesar $\pm 30\%$

Kata Kunci : Beton Mutu Tinggi, Kuat Tekan, Bioconc, Silica fume

STUDY LITERATUR

Umum

Study referensi yang terbaru dan relevan mengenai penelitian beton mutu tinggi yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Referensi yang diperlukan meliputi material (semen, pasir, dan agregat kasar), bahan aditif (*silica fume*, *superplasticizer*), pengaruh Bioconc, pengaruh faktor air semen, penambahan pasir, dan penambahan agregat kasar.

Beton mutu tinggi

Beton mutu tinggi diartikan sebagai beton dengan agregat biasa dengan kuat tekan lebih dari 50 MPa. Disini

mutu tinggi berarti hanya kuat tekannya, walaupun tidak ada bedanya antara material yang digunakan untuk beton normal dengan yang digunakan untuk beton mutu tinggi. Kontrol kualitas yang baik diperlukan pada saat uji material (Li, 2011).

Semen

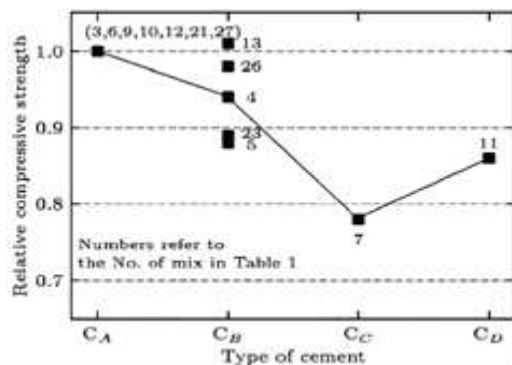
Menurut SNI 15-2049-2004 semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain

Tabel 1. Kandungan dan jenis semen

Tipe semen	Kode	C ₃ S (%)	C ₂ S (%)	C ₃ A (%)	C ₄ AF (%)	Blaine Fineness (cm ² /g)
PC Type I	Ca	74,3	14,1	5	1	3930
PC Type II / V	Cb	54	18	4	11	3930
OPC Type I	Cc	52	17	10	8	3990
OPC Type III	Cd	50	19	10	9	6440

Empat jenis semen yang berbeda (kode Ca, Cb, Cc, dan Cd) disiapkan mengetahui pengaruh semen yang berbeda terhadap kuat tekan pada umur 28 hari. Semen Ca dan Cb dipilih karena kandungan C₃A yang rendah dan kandungan C₃S yang tinggi (74% untuk Ca). Semen Cc dan Cd

dikutsertakan hanya untuk perbandingan. Lima belas campuran yang berbeda disiapkan untuk mengetahui pengaruh semen terhadap kuat tekan (Wille dkk, 2011).



Gambar 1 Pengaruh jenis semen terhadap kuat tekan

Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa hasil yang terbaik dicapai oleh semen portland tipe I (tipe Ca) , yang mempunyai C_3S+C_2S yang tinggi, jumlah C_3A 5% (kurang dari batas maximum 8%), dan kehalusan sedang (Wille dkk, 2011).

Pengaruh jenis Admixture

Admixture digunakan untuk mengurangi kadar air pada campuran beton. Efek dari pengurangan kadar air adalah semakin bertambahnya kuat tekan dan daya tahan dari beton. Bagaimanapun juga *admixture* digunakan untuk membuat beton menjadi flowable. Pada kasus ini kandungan air pada campuran masih tetap, tetapi tambahan *admixture* membuat beton menjadi cair dan kuat tekan tidak terpengaruh (Li, 2011). Ada 7 tipe admixture menurut ASTM C494 :

- Tipe A : Water Reducer (WR)
- Tipe B : Retarder
- Tipe C : Accelerator
- Tipe D : Water Reducer Retarder (WRR)
- Tipe E : Water Reducer Accelerator
- Tipe F : High Range Water Reducer
- Tipe G : High Range Water Reducer (HRWR)

Kadar optimum diperoleh antara 1,4% - 2,4% dari berat semen. Dengan menggunakan kadar *admixture* secara optimum dapat menghasilkan interaksi yang baik antara butiran halus dan *admixture*, serta menghemat biaya (Wille dkk, 2011).

Pengaruh Bioconc

Bioconc yang digunakan adalah enzim *Bioconc*, yaitu produk yang terbuat dari material organik. Enzim *Bioconc* adalah produk yang ramah lingkungan, tidak beracun, dan aman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Enzim *Bioconc* juga bisa meningkatkan kuat tekan, mereduksi berat semen, dan mereduksi retak susut (Basoeki Makno, 2001).

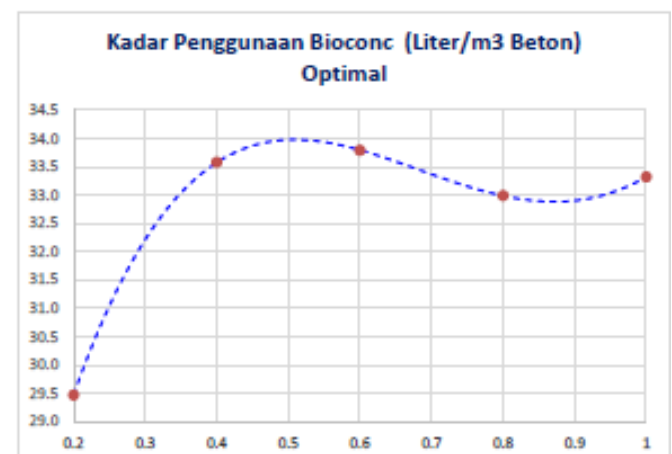
Mikroba bekerja "aerob" dan optimal bekerja di suhu ruang 30° C, dan akan *dormant* ketika berada di ruang dengan suhu 60° C keatas. Demikian juga ketika berada diruang tanpa supply oksigen, maka mikroba akan *dormant* atau "tidur", seperti selama dalam kemasan, sebelum digunakan. Sesaat setelah mikroba ini dilepas (keluar dari kemasan untuk dicampurkan kedalam campuran beton), maka mikroba akan membiak dengan cepat serta memproduksi miselia dengan cepat dalam campuran beton, untuk mengisi gap gradasi yang biasanya diisi pasta semen, sehingga kandungan semen akan berkurang. Seiring dengan terisinya gap gradasi oleh miselia mikroba, maka luas permukaan yang diikat pasta semen

bertambah (ditambah dengan miselia mikroba tersebut) yang berkorelasi pada mutu beton (kekuatan beton). Ketika proses hidrasi beton mencapai suhu 60° C, maka mikroba akan *dormant*, dan ketika proses setting time beton telah tercapai, dan supply oksigen terhadap mikroba telah terisolir, maka mikroba akan *dormant* (Basoeki Makno, 2001).

Karakteristik Miselia Mikroba tersebut (Basoeki Makno, 2001) :

- Diameter antara 5µm s/d 10 µm
- Panjang antara 5µm s/d 30 µm
- Kecepatan pertumbuhan 10.000.000 s.d. 125.000.000 per hari
- Suhu survival untuk hidup adalah suhu ruang s/d 60°C yang terjadi dalam proses setting beton 1 jam (2 jam setting time beton dengan asumsi proses transportasi beton 1 jam, sehingga tinggal 1 jam proses.
- Mereduksi panas
- Menginsersi *concrete gradation gap* yang biasa diisi pasta semen

Mereduksi retak susut, terindikasi pola retak beton ketika dilakukan *crushing test kubus* beton, diperbandingkan antara sample beton dengan perlakuan Bioconc dan tanpa perlakuan. Dengan "insersi" gradation gap beton oleh microbe, maka luas permukaan yang diikat *bonding agent* beton bertambah. Pertambahan luasan partikel beton yang diikat *bonding agent* ini berbanding lurus dengan pertambahan kekuatan tekan beton. Observasi menunjukkan bahwa penggunaan Bioconc yang optimal adalah sebesar 500 cc / m3 beton untuk berbagai mutu beton, karena kinerja Bioconc berbasis volume, bukan berbasis pada cement content sebagaimana chemical additive yang umum digunakan selama ini, hal ini ditunjukkan dalam hasil riset Gambar 2



Gambar 2 Grafik peningkatan kuat tekan beton dengan Bioconc berbagai dosis, dan optimal pada 500 cc / m3 Beton (Basoeki Makno, 2001)

TINJAUAN PUSTAKA

Studi literatur dan referensi dalam penelitian ini menggunakan journal-journal penelitian yang di download dari internet dan standar peraturan dari ASTM.

Persiapan Bahan

- Semen
Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I (*Ordinary Portland Cement / OPC*). OPC digunakan sebagai bahan dasar binder.

- Silica fume

Silica fume digunakan sebagai material pereduksi semen dengan kadar silica fume yang digunakan adalah 0%, 5%, 7,5%, 10% dari jumlah binder.

- Bioconc

Bioconc yang digunakan adalah Bioconc produk PT. Bangun Mukti Abadi dan dosis yang digunakan adalah 400ml/m³ beton.

- Air

Air yang digunakan diambil dari laboratorium beton varia usaha dan kadar air yang digunakan adalah 25% dari jumlah binder (Fas = 0,25).

- Superplasticizer

Superplasticizer digunakan adalah Viscocrete 1003, sebagai pengganti air karena faktor air semen yang digunakan rendah. Untuk dosis penggunaan superplasticizer dilakukan dengan cara trial di laboratorium.

- Agregat halus

Pasir yang digunakan adalah pasir Lumajang yang.

- Agregat kasar

Kerikil yang digunakan kerikil ex stone crusher dari quarry ngoro

UJI MATERIAL

Uji konsistensi normal semen

- Tujuan : Mengetahui kadar superplastilizer yang sesuai untuk pasta dengan kadar silica fume berbeda-beda.
- Standart uji : ASTM C 187 – 98

Uji setting time semen

- Tujuan : Percobaan ini dilakukan untuk menentukan waktu pengikatan awal (mulai mengikat) dan pengikatan akhir (mulai mengeras) semen *portland*.
Waktu mengikat: Waktu yang dibutuhkan dari kontak awal semen dengan air hingga terjadi penurunan sebesar 25 mm. Semen beralih ke dalam keadaan keras/padat namun belum cukup kuat.
Waktu mengeras: Waktu yang dibutuhkan dari kontak awal semen dengan air hingga tidak terjadi penurunan lagi pada pasta semen (0 mm). Periode ini digunakan sebagai patokan untuk membuka cetakan beton. Pada saat ini pasta semen dan agregat telah memasuki tahap pengerasan.
- Standart uji : ASTM C 150 - 02

Uji berat jenis semen

- Tujuan : Mengetahui berat jenis semen portland.
- Standart uji : ASTM C 188 – 95 R03

Analisa ayakan pasir

- Tujuan : Untuk menentukan distribusi ukuran butir / gradasi pasir
- Standart uji : ASTM C 136 – 96a, ASTM C 33 – 03

Uji berat jenis pasir

- Tujuan : Mengetahui berat jenis pasir kondisi SSD (Saturated Surface Dry).
- Standart uji : ASTM C128 – 01

Uji air resapan pasir

- Tujuan : Untuk mengetahui kadar air pasir pada kondisi SSD

- Standart uji : ASTM C128 - 01

Analisa ayakan kerikil

- Tujuan : Untuk menentukan distribusi ukuran butir / gradasi kerikil.
- Standart uji : ASTM C 136 – 96a

Uji kelembapan kerikil

- Tujuan : Untuk mengetahui kadar air kerikil dalam keadaan asli
- Standart uji : ASTM C 566 – 97 R04

Uji berat jenis kerikil

- Tujuan : Untuk mengetahui berat jenis kerikil keadaan SSD.
- Standart uji : ASTM C 127 - 01

Uji air resapan kerikil

- Tujuan : Untuk mengetahui kadar air resapan pada kerikil
- Standart uji : ASTM C 127 – 01

Uji berat jenis silica fume

- Tujuan : Mengetahui berat jenis silica fume
- Standart uji : ASTM C188 - 89

Uji flowtable mortar

- Tujuan : Untuk mengukur workability dari campuran mortar
- Standart uji : ASTM C 1437 – 01

Uji slump beton

- Tujuan : Untuk mengukur workability dari campuran beton.
- Standart uji : ASTM C 143 – 78

Uji porositas beton

- Tujuan : Uji porositas bertujuan untuk mengetahui pori terbuka dan pori tertutup yang terdapat pada benda uji beton. Pori terbuka merupakan pori yang bersifat *permeable* (dapat ditembus oleh udara ataupun air). Sedangkan pori tertutup lebih bersifat *impermeable* (tidak tembus udara ataupun air). Pori tertutup ini mampu meningkatkan kuat tekan beton karena memiliki tekanan hidrostatis dan mampu menghindarkan beton dari retak. Sedangkan pori yang terbuka lebih bersifat merusak kuat tekan beton, semakin tinggi pori terbuka maka beton tersebut semakin keropos.
- Standart uji : AFNOR NF B 49104

Mix Design

Kontrol benda uji

Setiap campuran perlu diketahui kualitasnya agar dapat diketahui mutu dari campuran yang telah dibuat. Salah satu indikator kualitas campuran adalah standar deviasi atau koefesien variasi (kovarian) dari benda uji campuran yang telah dibuat.

$$\text{Standar deviasi} = S = \frac{\sum X - \bar{X}}{n - 1} \quad (\text{pers. 3.14})$$

$$\text{Kovarian} = V = \frac{S}{X} \quad (\text{pers. 3.15})$$

Dimana :

S = Standar deviasi

V = Koefesien variasi (kovarian)

x = Nilai benda uji

\bar{X} = Rata-rata nilai benda uji

n = Jumlah benda uji

Berikut ini merupakan standar deviasi kontrol beton sesuai dengan kelasnya dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Standar deviasi kontrol benda uji

Standar Deviasi (Mpa)		Kovarian (%)		Kontrol Kualitas
Kelas		Kelas		
Lapangan	Laboratorium	Lapangan	Laboratorium	
< 2.8	< 1.4	< 9.33	< 4.67	Istimewa
2.8 - 3.5	1.4 - 1.7	9.33 - 11.67	4.67 - 5.67	Sangat Baik
3.5 - 4.2	1.7 - 2.1	11.67 - 14.00	5.67 - 7.00	Baik
4.2 - 4.9	2.1 - 2.4	14.00 - 16.33	7.00 - 8.00	Cukup
> 4.9	> 2.4	> 16.33	> 8.00	Kurang

Sumber: SNI 03-6815-2002

Mix design pasta

Pada mix design pasta kadar silica fume yang digunakan 0%, 5%, 7,5%, 10% dari jumlah binder dengan jumlah air dibatasi 25% dari jumlah binder. Bioconc yang digunakan 400ml per m³ dan untuk kadar superplasticizer didapatkan dengan cara trial di laboratorium.

Komposisi untuk satu benda uji pasta :

$$V = 0,25 \times 3,14 \times 0,02^2 \times 0,04 \text{ m}^3 = 0,000013 \text{ m}^3$$

Komposisi semen = V x BJ semen

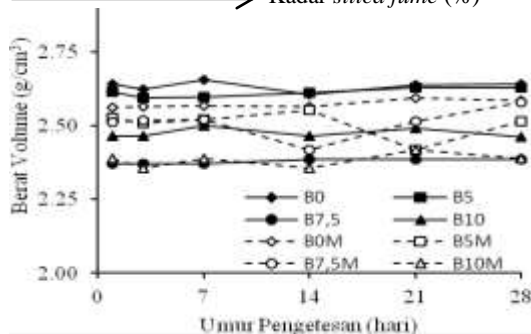
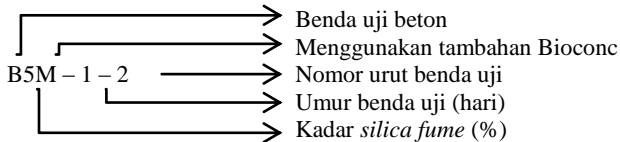
$$= 0,000013 \text{ m}^3 \times 2988 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,038 \text{ kg} = 38 \text{ gram}$$

ANALISA DAN PEMBAHASAN

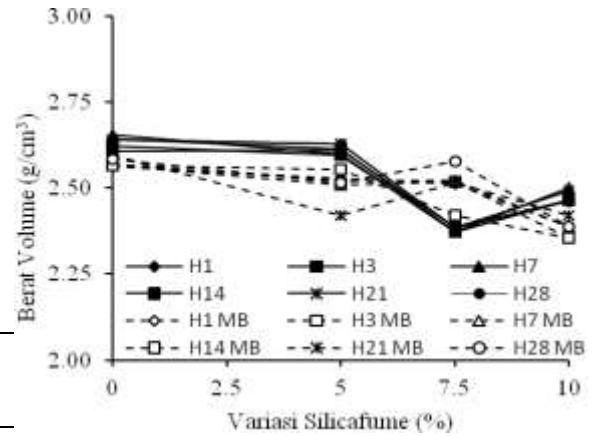
Analisa hasil beton

Berat volume beton



Gambar 3 Grafik hubungan berat volume beton terhadap umur pengetesan

Dari Gambar 3 diketahui bahwa berat volume beton umur 1, 3, 7, 14, 21, 28 hari memiliki kecenderungan yang sama yaitu berkisar antara 2,35 gr/cm³ – 2,6 gr/cm³. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan Magureanu dkk (2012) berat volume beton normal adalah ± 2,35 gr/cm³.



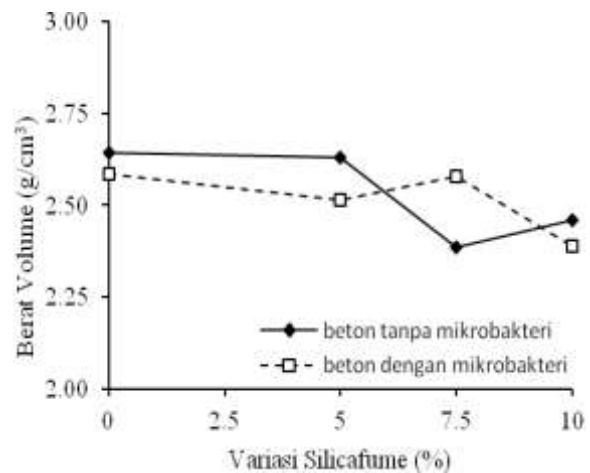
Gambar 4 Grafik hubungan berat volume beton terhadap variasi silica fume

Dimana :

H1 = Berat volume beton hari ke-1 tanpa Bioconc

H1MB = Berat volume beton hari ke-1 dengan Bioconc

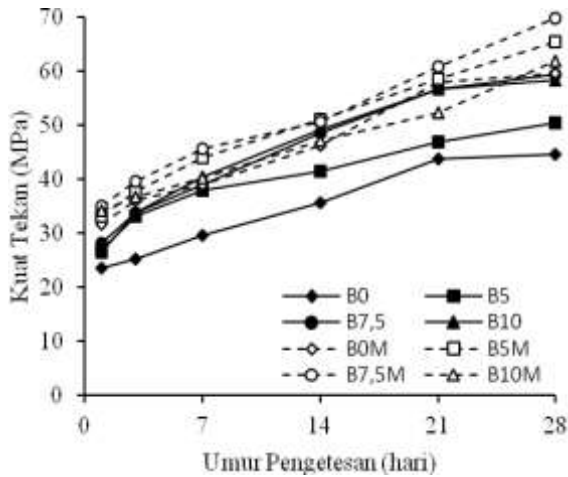
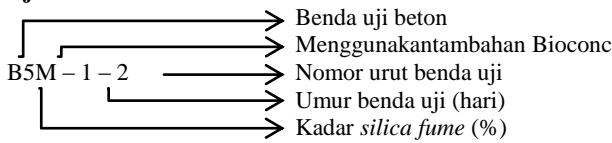
Dari Gambar 4 diketahui bahwa pada beton dengan silica fume 0%, 5%, 7,5% dan 10% berat volume semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sardemir (2013) yang menggunakan variasi silica fume 10%, 15%, 20% dan 25%.



Gambar 5 Grafik pengaruh Bioconc terhadap berat volume beton umur 28 hari

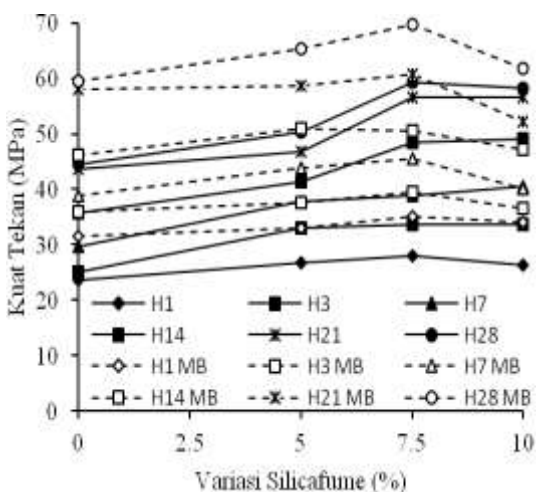
Dari Gambar dapat diketahui bahwa penambahan Bioconc juga tidak memberikan pengaruh pada berat volume beton mutu tinggi, ini dapat dilihat dari hasil berat volume beton yang diberi penambahan Bioconc tidak berbeda jauh dengan mortar normal.

Uji tekan beton



Gambar 6 Grafik hubungan kuat tekan beton terhadap umur pengetesan

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa kuat tekan beton tanpa Bioconc (B0) tertinggi pada umur 28 hari adalah sebesar 59,21 MPa dan kuat tekan beton dengan Bioconc tertinggi pada umur 28 hari adalah sebesar 69,71. Sedangkan kuat tekan beton tanpa Bioconc terendah pada umur 28 hari adalah sebesar 44,56 MPa dan kuat tekan beton dengan Bioconc terendah pada umur 28 hari adalah sebesar 59,52 MPa. Pada kuat tekan beton setelah 28 hari terlihat masih ada peningkatan kuat tekan. menurut Mazloom dkk, (2004) pada kuat tekan beton mutu tinggi dengan *silica fume* memang mengalami peningkatan kuat tekan setelah umur 28 hari sampai umur 90 hari, setelah umur 90 hari penambahan kuat tekan tersebut tidak terlalu signifikan atau cenderung tetap.

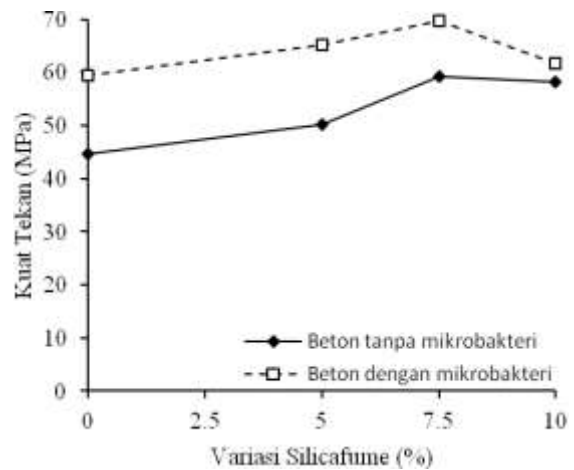


Gambar 7 Grafik hubungan kuat tekan beton dengan variasi *silica fume*

Dimana :
H1 = Berat volume beton hari ke-1 tanpa Bioconc

H1MB = Berat volume beton hari ke-1 dengan Bioconc

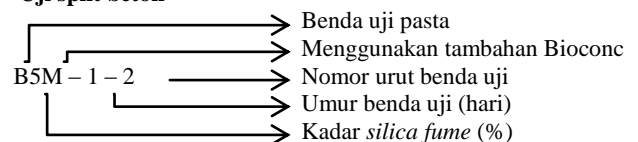
Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa dengan penambahan *silica fume* maka kuat tekan beton juga ikut meningkat. Variasi *silica fume* yang optimum adalah pada kadar 7,5% dengan w/b 0,25 dari berat *binder*. Kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan kadar 7,5% (B5) meningkat 32,9% dari pada beton kontrol (B0). Sedangkan menurut Nili dan Afroughsabet (2011) kadar *silica fume* yang optimum adalah 8% dengan w/b 0,46 dan 0,36. Sedangkan beton dengan penambahan Bioconc, variasi *silica fume* yang paling optimum ada pada kadar 7,5%, sama seperti beton tanpa penambahan Bioconc. Kuat tekan beton dengan penambahan Bioconc pada umur 28 hari dengan kadar 7,5% (B7,5M) meningkat 17,1% apabila dibandingkan terhadap beton kontrol dengan penambahan Bioconc (B0M) dan pada benda uji pasta dan benda uji mortar juga tidak berbeda, variasi *silica fume* yang optimum ada pada kadar 7,5%. Itu membuktikan bahwa *silica fume* tetap menambah kuat tekan meskipun berada pada benda uji pasta dan juga benda uji mortar.

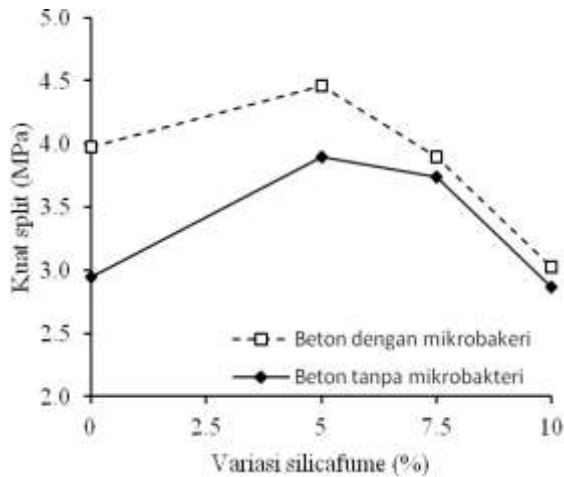


Gambar 8 Grafik pengaruh Bioconc terhadap kuat tekan beton umur 28 hari

Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa ada jarak antara grafik beton tanpa Bioconc dan grafik beton dengan Bioconc, ini berarti penambahan Bioconc memberikan pengaruh pada kuat tekan beton. Hal ini disebabkan karena adanya rongga udara yang dibentuk oleh agregat yang ada pada beton, berbeda halnya dengan pasta dan mortar yang mempunyai rongga udara yang minimum. Dengan penambahan Bioconc pada B0 kuat tekan meningkat sebesar 33,57%, pada B5 sebesar 29,75%, pada B7,5 sebesar 17,74%, dan pada B10 sebesar 6,01%. Semakin tinggi variasi silica fume (0%, 5%, 7,5%, 10%) maka pengaruh Bioconc juga semakin berkurang, ini dikarenakan rongga udara yang ada pada beton terisi oleh partikel silica fume yang halus. Hal ini terbukti pada silica fume 10% yang memiliki penambahan kuat tekan terkecil yaitu 6,01%. Untuk kadar rongga udara bisa dilihat dari uji porositas.

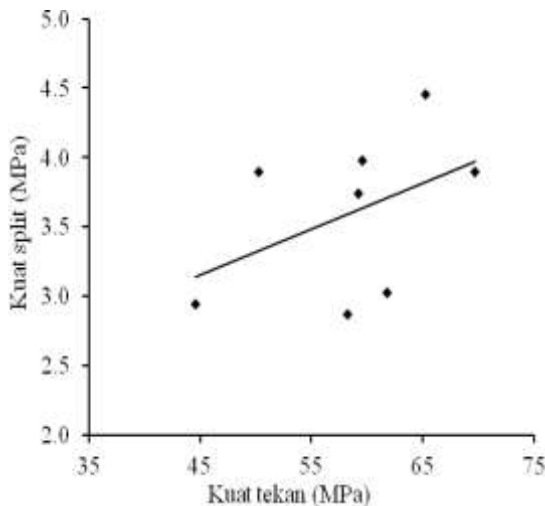
Uji split beton





Gambar 9. hubungan kuat split beton umur 28 hari dengan variasi *silica fume*

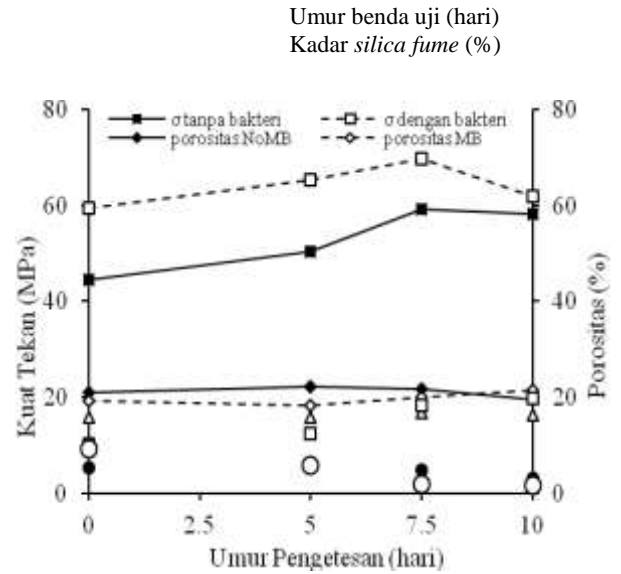
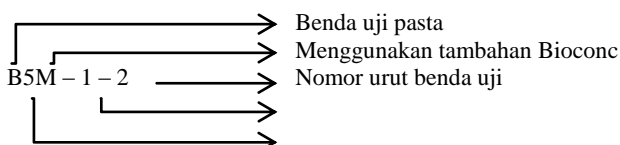
Dari Gambar 9 diperoleh bahwa kuat split paling optimum ada pada beton dengan penambahan *silica fume* 5%, setelah itu pada *silica fume* 7,5% dan *silica fume* 10% kekuatannya menurun. Penambahan Bioconc juga berpengaruh pada kuat split, ini terlihat pada kuat tekan beton dengan Bioconc yang hasilnya lebih tinggi dari pada beton tanpa Bioconc. Pada titik optimum (*silica fume* 5%) kekuatan beton dengan Bioconc bertambah sebesar 14,3% bila dibandingkan dengan beton tanpa Bioconc. Sedangkan untuk penelitian beton dengan tambahan *silica fume* yang dilakukan oleh Behnood & Ghandehari (2009), kuat split tertinggi ada pada variasi *silica fume* 10% dengan w/b 0,3



Gambar 10. Hubungan kuat tekan beton umur 28 hari dengan kuat split

Dari Gambar 10. diperoleh bahwa semakin tinggi kuat tekan pada benda uji beton maka kuat split semakin tinggi juga, hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Parra dkk (2010).

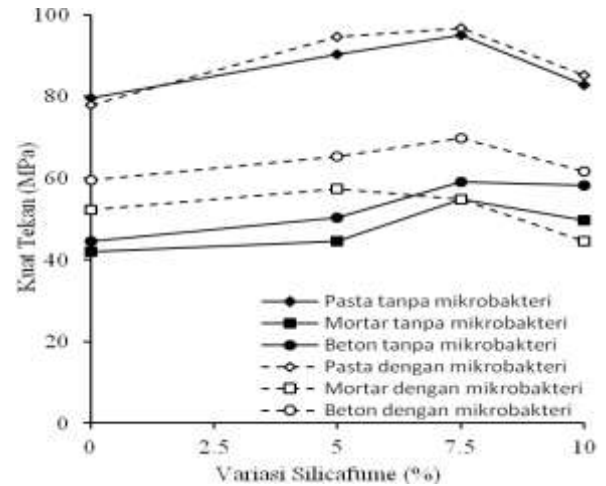
Uji porositas beton



Gambar 11. Grafik hubungan porositas beton terhadap kuat tekan beton umur 28 hari

Dari **Error! Reference source not found.**11 diketahui bahwa semakin bertambahnya kuat tekan maka semakin kecil juga porositasnya. hal ini dikarenakan *silica fume* mempunyai efek sebagai filler yang mengisi rongga udara tersebut sehingga Semakin bertambahnya variasi *silica fume* maka rongga udarapun menjadi berkurang. Berbeda dengan pasta dan mortar pada beton ada tambahan agregat kerikil sehingga ada gap antara kerikil dengan mortar, jadi porositas yang dihasilkan lebih besar daripada porositas pasta dan mortar.

Pengaruh penambahan Agregat



Gambar 12. Pengaruh penambahan agregat pada kuat tekan beton mutu tinggi

Dari **Error! Reference source not found.**12 dapat diketahui bahwa kuat tekan tertinggi dicapai oleh benda uji pasta. Sedangkan pada beton kuat tekan yang dapat dicapai adalah 61% dari kuat tekan pasta, kuat tekan beton tersebut menurun karena disebabkan adanya penggantian semen dengan agregat pasir dan kerikil, yang semula volume semen 3024 kg/m³ menjadi 600 kg/m³. Sedangkan pada mortar kuat tekan yang dapat dicapai adalah 55% dari kuat tekan pasta. Hal yang sama juga terjadi pada benda uji yang menggunakan Bioconc, tetapi dengan menggunakan Bioconc kuat tekan yang

terjadi pada beton juga meningkat, sedangkan pada benda uji pasta dan mortar kuat tekan tidak terlalu meningkat.

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Tabel 3. Perbandingan material dengan penelitian sebelumnya

	Eksperimen	Sebayang (2011)	Nili dan Afroughsabet (2011)
Semen (kg)	555	530	354.2
Silicafume (kg)	45 (7,5%)	48 (10%)	30.8 (8%)
Air (L)	150	207	177
Pasir (kg)	666	681	915
Kerikil (kg)	959	721	879
SP (L)	11.3	4.2	2,5
MB (L)	0.4	-	-
Kuat tekan (Mpa)	69.71	43.83	49,88

Dari Tabel 3 diketahui bahwa pada eksperimen dilaboratorium dengan tambahan Bioconc sebanyak 0,4L mempunyai kuat tekan yang lebih besar dari eksperimen yang dilakukan oleh Sebayang (2011) dan eksperimen yang dilakukan oleh Nili dan Afroughsabet (2011)

dengan beton, oleh karena itu Bioconc memberikan pengaruh ke kuat tekan beton

KESIMPULAN

1. Dengan penambahan *silica fume* 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat binder maka *setting time* yang terjadi cenderung cepat dan juga penambahan Bioconc pada pasta membuat *setting time* menjadi semakin lambat
2. Semakin bertambahnya variasi *silica fume* dari 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat binder maka kebutuhan *superplasticizer* juga meningkat, begitu juga dengan penambahan agregat pasir dan kerikil juga mempengaruhi kebutuhan *superplasticizer*
3. Semakin bertambahnya variasi *silica fume* dari 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat binder maka berat volume juga berkurang. Berat volume pasta berkisar antara 1,9 gr/cm³ – 2,2 gr/cm³, mortar berkisar antara 2,1 gr/cm³ – 2,3 gr/cm³, dan beton berkisar antara 2,35 gr/cm³ – 2,6 gr/cm³. Penambahan Bioconc tidak mempunyai pengaruh pada berat volume benda uji
4. Kuat tekan beton tertinggi ada pada P7,5M (pasta dengan *silica fume* 7,5% dan Bioconc) sebesar 96,69 MPa pada umur 28 hari dengan w/b 0,25, mortar tertinggi pada M5M (mortar dengan *silica fume* 5% dan Bioconc) sebesar 57,3 MPa pada umur 28 hari dengan w/b 0,25 dan beton tertinggi pada B7,5M (beton dengan *silica fume* 7,5% dan Bioconc) sebesar 69,71 MPa pada umur 28 hari dengan w/b 0,25
5. Penambahan Bioconc sebanyak 400ml/m³ pada benda uji beton memberikan efek pada kuat tekan, yaitu pada B0 sebesar 34%, B5 sebesar 30%, B7,5 sebesar 18% dan B10 sebesar 6%, sedangkan pada benda uji pasta dan mortar penambahan Bioconc tidak terlalu berpengaruh
6. Penambahan Bioconc juga berpengaruh pada kuat split beton, yaitu pada B0 sebesar 35,14%, B5 sebesar 14,29%, B7,5 sebesar 4,06% dan B10 sebesar 5,56%
7. Dari pengujian diketahui juga kuat split semakin besar jika kuat tekan juga bertambah, jadi kuat split berbanding lurus dengan kuat tekan
8. Dari hasil uji porositas diperoleh bahwa rongga udara pada pasta dan mortar lebih sedikit bila dibandingkan

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 117 - 03. *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States: ASTM International, 2003.
- ASTM C 127 - 01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. United States: ASTM International, 2001.
- ASTM C 128 - 01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. United States: ASTM International, 2001.
- ASTM C 136 - 96. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. United States: ASTM International, 1996.
- ASTM C 143 - 03. *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. United States: ASTM International, 2003.
- ASTM C 1437 - 01. *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar*. United States: ASTM International, 2001.
- ASTM C 150 - 02. *Standard Specification for Portland Cement*. United States: ASTM International, 2002.
- ASTM C 187 - 98. *Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*. United States: ASTM International, 1998.
- ASTM C 188 - 95. *Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement*. United States: ASTM International, 1995.
- ASTM C 40 - 04. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. United States: ASTM International, 2004.
- ASTM C 496 - 04. *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. United States: ASTM International, 2004.

ASTM C 566 - 97. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying.* United States: ASTM International, 1997.

Anas, Azwar, pembimbing : DR.Eng Januarti Jaya Ekaputri, ST, M Eng dan Prof. DR. Ir. Triwulan, DEA, Thesis tentang "Pemanfaatan Mikrobakteri pada Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan Silica Fume", Juni -2015

Masoud Ghandehari. "Comparison of Compressive and Splitting Tensile Strength of High-Strength Concrete With and Without Polypropylene Fiber Sheated to High Temperatures." *Fire Safety Journal* 44, 2009: 1015-1022.