

Teknologi beton modern

DR. FIRDAUS, S.T.,M.T.

Beton Serat Karbon

- Latar Belakang
 - Besi dan beton sejak lama menjadi tulang punggung peradaban manusia. Beton membentuk wajah dunia modern.
 - Rangka baja memberi stabilitas yang dibutuhkan beton.
 - Beton bertulang berat dan mahal serta mudah berkarat.
- Alternatif revolusioner: serat karbon yang menjadikan beton lebih ringan, lebih kuat dan lebih fleksibel.
- Prof. Manfred Curbach dari Universitas Teknik Dresden, memimpin riset para insinyur untuk mengganti beton baja dengan apa yang disebut beton tekstil. Hasilnya, kemajuan luar biasa dalam performanya. "Beton tekstil terbuat dari beton normal dan sebagai penguat digunakan karbon. Bedanya dengan beton baja, tidak ada baja yang bisa berkarat melainkan karbon yang tidak terancam korosi."

Beton Serat Karbon

- Beton terbuat dari semen, pasir, dan air. Di laboratorium universitas Dresden dibuat campuran khusus dari semen yang sangat halus dan bahan lainnya.
- Dari beton halus ini dan anyaman karbon, dibuat beton tekstil yang sangat tipis. Lebih ringan dan lebih kokoh dari beton bertulang baja. Beton dipindahkan ke dalam wadah untuk dibentuk dan diproses hingga selesai.
- Jejaring karbon dipasang, kemudian dilapisi beton tipis. Lapisan beton tekstil yang sudah selesai harus dibiarkan mengeras selama 24 jam. Curbach: "Dengan penggunaan material lebih ringan, kami membutuhkan lebih sedikit energi. Dan emisi CO₂ saat produksi lebih sedikit."

Self Compacting Concrete

- Beton memadat mandiri (*self compacting concrete, SCC*) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pematik yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali
- Beton ini dicampur memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *van admixture superplastiziser* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pematik. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang Sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton (Ladwing, II – M., Woise, F., Hemrich, W . and Ehrlich, N . (2001).)



Sejarah Self Compacting Concrete

- Beton memadat mandiri pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1990-an sebagai upaya untuk mengatasi persoalan pengecoran komponen gedung artistik dengan bentuk geometri tergolong rumit bila dilakukan pengecoran beton normal.
- Riset tentang beton memadat mandiri masih terus dilakukan hingga sekarang dengan banyak aspek kajian, misalnya ketahanan (*durability*), permeabilitas dan kuat tekan (*compressive strength*). Kekuatan tekan beton kering 102 Mpa sudah dapat dicapai karena penggunaan admixture superplastizer yang memungkinkan penurunan rasio air-semen (w/c) hingga nilai w/c = 0,3 atau lebih kecil. Juvas (2004).

Self Compacting Concrete

- **Mekanisme Pengaliran Beton Memadat Mandiri**
- Menurut Hela dan Hubertova (2006) kemampuan mengalir dengan tingkat ketahanan terhadap segregasi yang tinggi pada beton memadat mandiri disebabkan oleh dua resep kunci sebagai berikut :
 - a. Penggunaan superplastiziser yang memadai dengan sangat ketat mengatur komposisi agregat pada campuran.
 - b. Rasio air-semen (*w/c-ratio*) yang rendah dengan mengendalikan volume agregat yang dikombinasikan dengan agregat pengisi 0,125 mm menyebabkan campuran beton ini tidak mudah mengalami segregasi.

Self Compacting Concrete

- Pada komposisi campuran beton, perbedaan utama beton memadat mandiridenganbeton konvensional adalah penggunaan porsi bahan pengisi yang cukup besar, sekitar 40 % dari volume total campuran beton. Bahan pengisi ini adalah pasir butiran halus dengan ukuran butiran maksimum ($d_{max} \leq 0,125 \text{ mm}$). Porsibesar bahan pengisi ini menyebabkan campuran beton cenderung berperilaku sebagai pasta. Penggunaan superplastiziser yang memadai, biasanya berbahan *polycarboxylate*, memungkinkan penggunaan air pada campuran dapat dikurangi, namun pengurangan pengerjaan (*workability*) dan kemampuan pengaliran (*flowability*) campuran beton dapat dijaga
- Bahan pengisi tambahan lain yang digunakan dalam pembuatan beton memadat mandiri adalah abu terbang , *silica fume*, terak (*blastfurnace slag*), metakaolin dan lain-lain. Hela dan Hubertova (2006).

Self Compacting Concrete

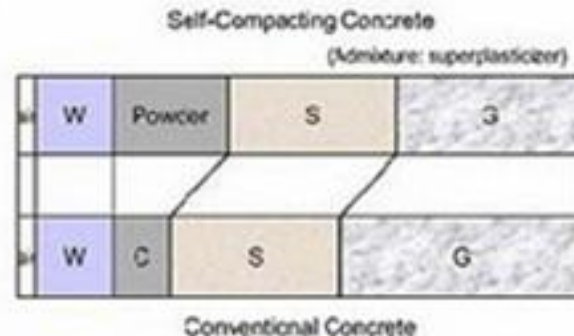
Pembuatan Komponen Bangunan Pracetak

- Kemudahan dalam hal pencetakan tidak memerlukan penggetar menjadikan beton memadat mandiri banyak dimanfaatkan dalam industri komponen pracetak. Rise, G. and Skarendahl, A. (1999). Beberapa artikel tentang penggunaan beton memadat mandiri untuk bahan beton pracetak panel dinding dan lantai bangunan ditulis oleh Tegar, Rudolf (2001), perancangan dan pembangunan gedung *The Phaeno Science Center di Wolfsburg*, Meyer dan Bahrie (2004), pengalaman produsen beton pracetak Consolis di Eropa menggunakan bahan beton memadat mandiri, Juvas (2004).
- Menurut Rise, Grand Skarendahl, A. (1999), pada pekerjaan pembetonan struktur beton pracetak, Penggunaan beton memadat mandiri sangat berkontribusi pada penggunaan item pekerjaan dan peningkatan kecepatan kerja. Penggunaan beton memadat mandiri akan memperpendek siklus waktu pencetakan. Hal ini berarti bahwa dengan waktu kerja tertentu, tingkat produktifitas dalam bentuk jumlah hasil produk akan lebih tinggi dibandingkan capaian pada sistem pembetonan normal. Keuntungan lain adalah penghematan energi yang digunakan untuk penggetar dan penghilangan suara bising yang memungkinkan perbaikan suasana lingkungan pekerjaan proyek.

Self ompacting Concrete

- Menurut (Okamura dan Ouchi 2003 : 5) tingkat kebutuhan *Self Compacting Concrete* di masa depan akan semakin meningkat karena pembangunan konstruksi dituntut untuk lebih cepat, efisien dan meminimalisir *human error*.

- Selain self cc yang lebih konvensional kasar



tinggi,
an beton

gregat

Gambar 2. Perbandingan Mix Design Self Compacting Concrete dengan Beton Konvensional (Okamura dan Ouchi 2003 : 5)

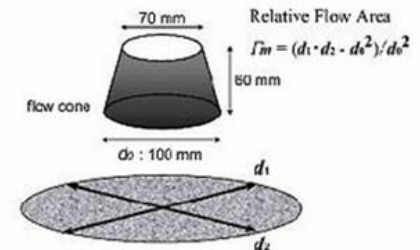
Menguji Kelebihan Self Compacting Concrete

Workability Test

Workability Test dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat aliran beton segar dapat mengalir memenuhi rongga – rongga tulangan dan memadat dengan sendirinya. Banyak metoda yang dapat dilakukan untuk melakukan test ini diantaranya adalah :

A. Slump Cone

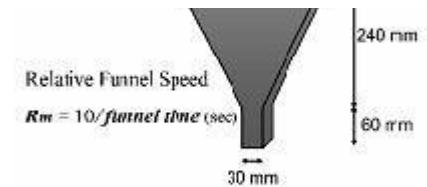
- Pengujian *Slump Cone* ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruang, berbeda dengan beton konvensional pengujian ini dilakukan terbalik.



Gambar 5. Mortar Cone Test (Okamura dan Ouchi 2003 : 7)

B. V – Funnel Test

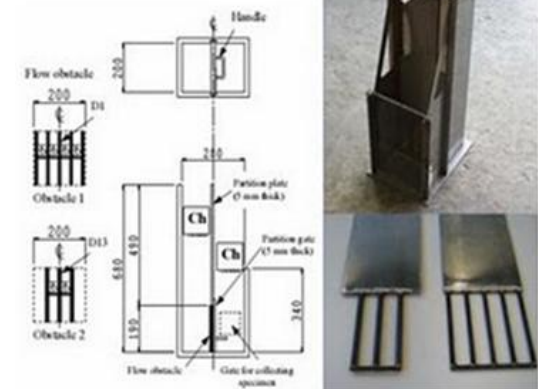
- Alat ini digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam mendapatkan data kemampuan campuran beton untuk mengisi ruang



Gambar 6. V – Funnel Test (Okamura dan Ouchi 2003 : 7)

T50 Test

- Pengujian dengan menggunakan alat ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan campuran beton untuk melewati struktur tulangan yang rapat dan tingkat segregasi beton



Gambar 7. T50 Test (Ouchi, Masahiro & 2003 : 7)

Fiber Reinforced Concrete

- Penambahan serat kedalam beton akan meningkatkan kuat tarik beton yang umumnya sangat rendah. Pertambahan kuat tarik akan memperbaiki kinerja komposit beton serat dengan kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan beton konvensional.
- Lebih rinci, keuntungan penambahan serat pada beton adalah: pertama, serat terdistribusi secara acak di dalam beton pada jarak yang relatif sangat dekat satu dengan yang lainnya. Hal ini akan memberi tahanan terhadap tegangan berimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang disiapkan untuk menahan beban dari berbagai arah. Kedua, perbaikan perilaku deformasi seperti ketahanan terhadap dampak, daktilitas yang lebih besar, kuat lentur dan kapasitas torsi yang lebih baik. Ketiga, serat meningkatkan ketahanan beton terhadap formasi dan pembentukan retak. Keempat, peningkatan ketahanan pengelupasan (*spalling*) dan retak pada selimut beton akan membantu pada penghambatan korosi besi tulangan dari serangan kondisi lingkungan yang berpotensi korosi. Penggunaan serat sintetik akan meningkatkan ketahanan material beton terhadap bahan api. Secara umum semua keuntungan tersebut akan berarti peningkatan ketahanan struktur bangunan. Imam, M {1997}.



Fiber Reinforced Concrete

- Sejumlah laporan riset dan penggunaan praktis beton serat menunjukkan bahwa untuk peningkatan kemampuan kontruksi umumnya digunakan serat baja berukuran makro dengan panjang sekitar 2 cm atau lebih.
- Penggunaan serat baja modern dengan berbagai bentuk ;permukaan kasar ujung berangkuar,bergelombang dan beberapa bentuk lain terbukti sangat efektif meningkatkan kemampuan lentur,daktilitas ketahanan menahan retak,ketahanan torsi dan ketahanan lelah (*fatigue resistance*),Maidl,R B(1995) dan Ding,Y (2003).Dosis penggunaan yang umum adalah 0,25-2% takaran volume atau sekitar 20-50 kg serat baja per meter kubik produksi beton.

Fiber Reinforced Concrete

- Serat sintetik adalah serat buatan yang diperoleh dari pengembangan produk petrokimia dan industri tekstil. Material ini di kenal dalam banyak jenis seperti *acrylic, aramid, carbon, nylon, polyethylene, polypropylene*. Serat sintetik umumnya cocok digunakan untuk ketahanan terhadap retak, khususnya di umur dini, Braunch, J et.al{2002}. Dosis penggunaan serat sintetik beragam dari 0.1% hingga 0,8% takaran volume.
- Serat kaca (*glass fibre*) banyak juga digunakan pada pekerjaan beton pada pencampuran biasa atau beton semprot (*shotcrete*). Serat kaca banyak dimanfaatkan untuk pembuatan pipa, lembaran asbes dan sejumlah produk beton pracetak. Keunggulan serat gelas adalah sifat alkali resisten yang terksdang menjadi persoalan pada serat baja. Dosis penggunaan serat kaca adalah sekitar maksimum 5 % takaran volume atau sekitar 1-1,5 kg serat kaca per meter kubik beton.
- Selain itu, serat alami yang diperoleh dari tumbuhan atau hewan. Jenis yang biasa dikenal adalah ijuk, sabut kelapa, tempurung kelapa, bambu, jute, kayu, bulu binatang dll. Jenis serat ini banyak digunakandi negara berkembang karena harganya murah.

Shotcrete

- Bidang Aplikasi Shotcrete

Shotcrete terutama digunakan dalam proyek konstruksi bawah tanah sebagai perkuatan struktural awal ataupun permanen untuk bangunan struktur seperti jalan bawah tanah, terowongan kereta api, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), tambang bawah tanah, kereta bawah tanah, dll tempat penyimpanan. Namun shotcrete juga dapat digunakan untuk stabilisasi lereng mencegah supaya tidak longsor, kolam renang, saluran air, perbaikan beton, inner lining arsitektur dan struktur. Kira-kira 90% dari shotcrete akan diterapkan ke dalam proyek-proyek konstruksi bawah tanah. Total volume shotcrete yang diaplikasikan di seluruh dunia adalah lebih dari 12 juta meter kubik per tahun.

Shotcrete

- Definisi Shotcrete

Menurut American Concrete Institute (ACI), shotcrete dapat didefinisikan sebagai mortar atau beton yang diberikan tekanan dengan kecepatan tinggi .

Komponennya campurannya terdiri atas semen, pasir, agregat, air, dan tambahan admixtures.

Perbedaan shotcrete dengan beton normal dapat dilihat dari 3 hal :

1. ukuran agregat maksimum yang digunakan.

2. Prosesnya

3. Campuran dari shotcrete bisa kering atau basah.

Ada 2 cara proses shotcrete :

1. Proses kering

2. Proses basah

Shotcrete

- Shotcrete atau Beton Semprot (Spray Concrete)

Shotcrete atau gunitite pertama kali ditemukan oleh Carl Ethan Akeley (1864-1926) pada 1910. Arsitek Amerika ini telah terinspirasi untuk mewujudkan reproduksi yang nyata dari dinosaurus untuk sebuah taman wisata. Mengingat ukuran struktur, ia mempunyai ide untuk mengembangkan "semen gun" mesin yang memungkinkan penyemprotan dari cementitious mortar, maka dinamakanlah Shotcrete. Pada tahun yang sama, Kaspar Winkler mendirikan Sika.

Sejak saat itu Sika telah memberikan kontribusi sangat besar bagi perkembangan teknologi Shotcrete , baik bahan kimia dari material shotcrete itu sendiri (Sigunit) maupun peralatannya yang dikenal dengan nama Alliva Machine.