



Inovasi Teknologi Beton Self Compacting Concrete terhadap Panjang Pengaliran (L-Flow) dengan Variasi Umur Perawatan Beton

Adnan Adnan

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare

Korespondensi penulis: ferlywijaya774@gmail.com

Abstract. The aim of this research is to analyze the effect of adding hyperplasticizer and retarder on the compressive strength of self-compacting concrete. Fine aggregate and coarse aggregate from the Jenneberang River, Kab. Gowa. The concrete mix design uses a trial and error mix design for self-compacting concrete by making visual observations, so that the physical conditions of the mixture appear to be sufficient to produce a good mix. The stages of this research, by finding a comparison of the slump flow values of the self-compacting Concrete concrete, then making test objects, after that curing the test objects using the water curing method for 28 days, then testing the compressive strength of the self-compacting Concrete concrete to produce comparison to the compressive strength of normal(conventional) concrete. The results of this research show that self-compacting concrete has a compressive strength value of 46.25 Mpa compared to normal concrete of 45.02 Mpa, an increase of 2.73% compared to normal concrete. And the slump value of normal concrete is 8 - 13 cm, while the slump flow of self-compacting concrete is 63 - 84.9 cm, with a time range between 2.53 - 3.46 seconds, able to reach a diameter of 500 mm on the segregation board.

Keywords: self-compacting concrete, compressive strength, slump, slump flow, curing life

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan hyperplasticizer dan retarder terhadap kuat tekan beton self compacting concrete. Material agregat halus dan agregat kasar dari sungai Jenneberang Kab. Gowa. Rancangan campuran beton menggunakan mix disain trial and error pada beton self compacting concrete dengan melakukan pengamatan visual, sehingga kondisi fisik dari campuran terlihat memenuhi untuk menghasilkan campuran yang baik. Tahapan dari penelitian ini, dengan mencari perbandingan nilai slump flow dari beton self compacting concrete, kemudian melakukan pembuatan benda uji, setelah itu melakukan curing pada benda uji dengan metode curing air selama 28 hari, baru melakukan pengujian terhadap kuat tekan beton self compacting concrete untuk menghasilkan perbandingan terhadap kuat tekan beton normal (konvensional). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beton self compacting concrete memiliki nilai kuat tekan sebesar 46,25.Mpa terhadap beton normal sebesar 45,02 Mpa, mengalami kenaikan sebesar 2,73% terhadap beton normal. Dan nilai slump beton normal sebesar 8 – 13 cm, sedangkan slump flow beton self compacting concrete sebesar 63 – 84,9 cm, dengan rentang waktu antara 2,53 – 3,46 detik mampu menyentuh diameter 500 mm pada papan segregasi.

Kata kunci: beton self compacting concrete, kuat tekan, slump, slump flow, umur perawatan

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya pembangunan di berbagai negara, khususnya di negara Indonesia, menuntut perkembangan dan kemajuan dibidang industri konstruksi terutama metode-metode yang digunakan dalam mendesain campuran beton. Hal ini disebabkan karena beton harus memiliki kemampuan untuk menahan beban yang besar. Terutama beton diharuskan memiliki kualitas yang bagus dengan beberapa prasyarat yaitu strength (kekuatan), durability (daya tahan), dan workability (kelecekan). Dengan memperhatikan indikator lain yaitu faktor air semen campuran beton yang dibuat. Untuk mendapatkan mutu beton yang tinggi maka dibutuhkan faktor air semen (fas) yang relatif rendah. Sehingga proses pengerjaannya relatif rumit, baik pada saat pencampuran maupun pada saat pengecoran di

lapangan. Sehingga sering kali dihasilkan beton yang memiliki banyak rongga. Menghasilkan beton akan mudah kropos, menjadikan beton mempunyai nilai kualitas yang relatif rendah. Dengan kemajuan teknologi di bidang konstruksi ditemukannya bahan tambah, maka kesulitan dalam pengerjaan beton dapat diatasi untuk menghasilkan mutu beton yang diinginkan dalam kondisi mutu yang lebih baik.

Bahan tambah ini berfungsi untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton, sehingga beton menjadi lebih encer, akan didapatkan kekentalan yang tepat untuk memudahkan proses pengerjaan beton, dan mutu beton yang dihasilkan tetap terjaga sesuai dengan yang direncanakan. Bahan tambah pada beton memiliki sifat kecairan (fluidity) yang tinggi, sehingga tingkat pengaliran beton akan semakin cepat dalam mengisi rongga dalam cetakan meskipun tidak dilakukan lagi proses pemadatan. Dengan demikian, beton dengan tingkat pengaliran yang besar untuk mengisi ruang dalam cetakan.

Inovasi teknologi beton self compacting concrete yang menggunakan bahan tambah untuk meminimalisir penggunaan air pada campuran beton. Semakin besar pengurangan jumlah air dalam campuran, maka semakin besar pula persentase penggunaan bahan tambah dalam campuran beton. Sifat dan karakteristik beton berubah seiring dengan penambahan bahan tambah dan pengurangan jumlah air campuran beton, sehingga didapatkan mutu dan kualitas yang lebih baik.

Bahan penyusun beton self compacting concrete yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah. Campuran beton yang baik memerlukan pemilihan material yang memenuhi standar kelayakan komposisinya menghasilkan beton yang efisien. Yaitu mengandung rongga udara sekitar 1 – 2%, pasta semen sekitar 25 – 40%, agregat halus dan kasar sekitar 60 – 75%, proses hidrasi semen oleh air sebagai proses pengerasan beton akan memiliki suatu kemampuan yang tinggi untuk memikul beban.

Parameter penting menjadi perhatian terhadap kekuatan beton meliputi kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran beton, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton, penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, perawatan beton, kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% dalam beton yang tidak diekspos, beserta sifat dan karakteristik dari bahan penyusun campuran beton self compacting concrete.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan Penyusun Beton Self Compacting Concrete

Agregat Halus

Gradasi dan bentuk butiran halus adalah faktor-faktor yang penting pada produksi beton yang berkekuatan tinggi. Agregat halus bergradasi sama namun kadar porinya berselisih 1% dapat mengakibatkan perbedaan kebutuhan air sekitar 5 liter/m³ beton. Agregat halus dengan modulus kehalusan berkisar 2,5 sampai 3,2. Campuran beton yang modulus kehalusannya kurang dari 2,5, campuran beton akan lengket (stickly) sehingga kekecekannya buruk, sehingga perlu mengkombinasikan pasir dari sumber yang berbeda untuk memperbaiki gradasi dan meningkatkan kekuatan beton self compacting concrete.

Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan sebaiknya menggunakan butirab yang cukup keras, bebas dari retakan atau bidang-bidang yang lemah, bersih serta permukaannya yang tidak tertutupi oleh lapisan lain. Sifat-sifat agregat kasar mempengaruhi lekatan antara agregat dan kebutuhan air pencampur. Agregat dengan ukuran butir yang kecil memiliki potensial untuk menghasilkan beton yang memiliki kekuatan yang tinggi dan sifat-sifat struktural beton self compacting concrete.

Sesuai dengan pengawasan mutu agregat kasar untuk berbagai mutu beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang kasar dan tidak berpori, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, butir-butir pipih tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% ditentukan terhadap berat kering, jika melebihi 1% maka agregat kasar perlu dicuci sebelum di pakai.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Kekerasan dari butir-butir agregat diperiksa dengan mesin pengaus Los Angeles, tidak boleh terjadi kehilangan berat dari 50%.
5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya, artinya harus memiliki gradasi yang baik.
6. Batas ukuran agregat halus dan agregat kasar yaitu 4,80 mm (British Standard) atau 4,75 mm (ASTM Standard). Agregat yang digunakan dalam campuran beton berukuran lebih kecil dari 40 mm

Semen

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Peraturan beton 1989 (SKBI. 1.4.53.1989) membagi semen portland menjadi lima jenis (SK.SNI.T-15-1990-03:2) yaitu:

1. Type 1, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Type 2, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Type 3, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Type 4, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah,
5. Type 5, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen mempunyai peranan manfaat yang cukup besar dalam campuran beton, yaitu sebagai pengikat dari agregat yang ada. Semen hanya dapat berfungsi sebagai pengikat apabila diberikan campuran air yang optimal sebagai zat pereaksi terjadinya hidrasi. Semen akan mempunyai kekuatan yang sangat besar setelah mengeras.

Air

Spesifikasi air campuran umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton adalah air yang dapat diminum. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Batas maksimum ion klorida (PB 1989 : 23)

| Jenis Beton | Batas (%) |
|---|-----------|
| 1. Beton Pra-tekan | 0,06 |
| 2. Beton bertulang yang selamanya berhubungan dengan klorida | 0,15 |
| 3. Beton bertulang yang selamanya kering atau terlindung dari basah | 1,00 |
| 4. Konstruksi beton bertulang lainnya | 0,30 |

Air mempunyai peranan yang sangat besar dan menentukan dalam campuran beton karena tanpa air, reaksi kimia pada semen tidak akan terjadi. Persentase jumlah air dalam campuran beton juga akan menentukan kemudahan beton untuk diolah serta berpengaruh pula pada kekuatan beton jadi pada saat beton mengeras.

Bahan Tambah

Fungsi bahan tambah adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Bahan tambah yang digunakan dalam campuran beton dibedakan yaitu, bahan tambah yang bersifat kimia (water reducing admixtures) dan bahan tambah yang bersifat mineral (pozzoland dan fly ash). Bahan tambah kimia berfungsi untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan pekerjaan, lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Bahan tambah mineral lebih banyak bersifat penyemenan, digunakan untuk memperbaiki kinerja kekuatannya.

Self Compacting Concrete Atau Flowing

Inovasi teknologi beton self compacting concrete adalah suatu campuran beton yang memiliki sifat yang sangat plastis dan mudah mengalir tanpa perlu dipadatkan karena beton tersebut telah memiliki sifat untuk memadatkan dirinya sendiri. Beton self compacting concrete dengan nilai slump flow berada diantara nilai 65 – 75 cm, tidak mengalami segregasi ataupun bleeding dan tetap memiliki kelecekan dan kadar udara sesuai dengan yang dikehendaki. Beton self compacting concrete setelah padat dan mengeras, memiliki kekuatan yang bagus dan relatif mudah untuk mencapai beton mutu tinggi, beton dengan permeabilitas yang rendah, beton tahan kimia atau karbonasi dan beton dengan permukaan dan matriks yang homogen. Beton self compacting concrete memberikan solusi baru dalam dunia konstruksi sehingga hal-hal yang berkaitan dengan pemadatan dapat teratasi dengan mudah, dengan beberapa keunggulannya sebagai berikut;

1. Segi durabilitas (keawetan)
 - a. Meningkatkan homogenitas dari beton
 - b. Dapat membungkus tulangan dengan baik, porositas dari matriks beton yang rendah
2. Segi produktivitas

- a. Pengecoran yang cepat, pemompaan yang lebih mudah
 - b. Pekerjaan pemadatan tidak perlu dilakukan lagi, pemadatan itu sendiri adalah untuk meminimalkan udara yang terjebak dalam beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton (*haney-comb*)
3. Segi tenaga kerja
- a. *Human error* akibat pemadatan yang kurang sempurna dapat dihilangkan
 - b. Angka kecelakaan tenaga kerja dapat diperkecil
 - c. Tidak terjadi *hand arm vibrator syndrom* (HAVS) dan polusi suara akibat vibrator.

Faktor yang paling berpengaruh pada teknologi beton self compacting concrete dalam kondisi yang masih segar adalah flowbility, hal ini tidak terlalu dimiliki oleh beton konvensional pada umumnya. Flowbility merupakan kemampuan pengaliran suatu campuran beton segar untuk mengalir dan memenuhi ruang-ruang yang ada pada cetakan tanpa adanya pemadatan atau vibrasi. Pengujian flowbility dilakukan menggunakan dua metode yaitu slump flow dan L-flow. Nilai slump yang diperoleh dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Sifat-sifat bahan, komposisi campuran, cara pencampuran
2. Bentuk partikel / gradasi agregat, kadar air
3. Pengujian slump dilakukan dengan cara menggunakan logam berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi 300 mm, diameter dasar 200 mm dan diameter atas 100mm, sedangkan pengujian L-flow dilakukan menggunakan L-box di sesuaikan dengan standar Jepang.

Faktor selanjutnya yang berpengaruh pada teknologi beton self compacting concrete dalam kondisi yang masih segar adalah kemudahan pengerjaan (*workability*), adalah sifat atau perihalan mudah atau tidaknya beton segar dikerjakan, diangkut, homogenitas, stabil, sifat pemadatan serta memperkecil pori udara. Untuk mengukur *workability* digunakan slump disebut slump test. Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* antara lain adalah:

1. Jumlah air pencampur, semakin banyak air, semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Kandungan semen, jika faktor air semen tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air, sehingga sifat plastisnya akan menjadi lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil, jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah untuk dikerjakan, bentuk butiran agregat kasar berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan, butir maksimum, cara pemadatan dan alat pemadatan.

Faktor lainnya yang berpengaruh adalah segregasi merupakan pemisahan unsur-unsur pokok dari campuran yang heterogen sehingga distribusi atau proses penyebarannya tidak lagi

merata, perbedaan dalam ukuran partikel-partikel dan berat jenis masing-masing campuran merupakan penyebab utama segregasi, dapat diantisipasi dengan pemilihan gradasi sesuai dengan pengerjaan yang baik. Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika:

1. Tinggi jatuh diperpendek, penggunaan air sesuai dengan syarat.
2. Cukup ruang antar batang tulangan dengan acuan.
3. Pemadatan baik

Selain perbandingan air semen dan tingkat pemadatan, kuat hancur beton juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lainnya, diantaranya:

1. Jenis semen dan kualitasnya, akan mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat, penggunaan agregat kasar berupa batu pecah akan menghasilkan beton dengan kuat desak dan kuat tarik yang lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus.
3. Perawatan (curing), memegang peranan yang cukup penting dalam menentukan kuat hancur beton terutama pada saat beton masih berusia muda atau belum mencapai kuat tekan optimum.
4. Suhu, umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan meningkatnya suhu, umur.

Mix Disain Beton Self Compacting Concrete)

1. American Concrete Institute (ACI), mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan dilapangan, kemudahan penkerjaan, serta keawetan dan kekuatan pekerjaan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (workability)
2. Metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI.T-15-1990-3, sistem perancangan ini merupakan gabungan perancangan cara Inggris atau dikenal dengan metode Departemen Pekerjaan Umum yang tertuang dalam SK.SNI. T-15-1990-3, Tata cara pembuatan rencana beton normal, merupakan adopsi dari cara *Departemen of Environment (DOE), Building Research Establishment, Britian*.
3. Metode campuran coba-coba, cara ini akan lebih ekonomis namun membutuhkan waktu yang cukup lama, biasanya dikembangkan berdasarkan cara-cara yang telah ada, setelah dilakukan pelaksanaan dan evaluasi. Cara ini berusaha mendapatkan pori-pori

yang minimum atau kepadatan beton yang maksimum, artinya bahwa kebutuhan agregat halus maksimum untuk mendapatkan semen yang minimum.

Kuat Tekan

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'_c yang diisyaratkan, kuat tekan diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_c dengan satuan newton per mm^2 (Mpa). Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10 sampai 65 Mpa. Nilai kuat tekan didapat melalui tata cara pengujian standar dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tertentu atas benda uji beton sampai benda uji tersebut hancur. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan menyiapkan material terlebih dahulu, selanjutnya mengadakan pemeriksaan material yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji. Pemeriksaan material meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas dari agregat tersebut, sehingga dapat diketahui apakah agregat tersebut layak untuk digunakan. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan American Society of Testing and Material (ASTM).

1. Pemeriksaan karakteristik agregat halus, meliputi pemeriksaan analisa saringan, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan berat volume, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan kadar organik
2. Pemeriksaan karakteristik agregat kasar, meliputi pemeriksaan analisa saringan, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan berat volume, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan abrasi atau keausan berdasarkan pada peraturan (ASTM C 131-03)
3. Penetapan komposisi campuran, dalam perhitungan komposisi mix disain penelitian ini menggunakan trial mix dan beberapa cara yang dimodifikasi dari standar ACI, JIS, SK.SNI. perhitungan komposisi campuran yang dibutuhkan untuk kekuatan beton sebesar 30 Mpa dalam 1 m^3 beton, yang disertai dengan kebutuhan bahan tambah superplasticizer sebesar 0,75% dan 1,5% dari berat semen. Dan kebutuhan bahan tambah retarder sebesar 0,3% dan 0,5% dari berat semen.

4. Pembuatan benda uji, dengan menggunakan sampel berbentuk silender berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan (f'_c) beton yang diuji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.
5. Perawatan benda uji, benda uji yang telah dilepas dari cetakannya diberikan tanda kemudian dilakukan langkah perawatan dengan cara merendamnya didalam bak air sampai batas waktu pengujian kuat tekan beton.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine dengan kapasitas 1500 kN, berdasarkan ASTM C.469-02.
7. Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - a. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
 - b. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*.
 - c. Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
 - d. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.
 - e. Standart Bahan Penelitian; Volume agregat kasar persatuan volume beton (*Sumber: SNI 7656:2012*) dan Perkiraan awal berat beton segar (*Sumber: SNI 7656:2012*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat (agregat halus dan agregat kasar) seperti diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat

| No | Jenis Pengujian | Agregat Halus | | Agregat Kasar | |
|----|------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | interval | Hasil pengujian | interval | Hasil pengujian |
| 1 | Kadar Lumpur | 0,2 – 5% | 4,27% | 0,2 – 1% | 0,7% |
| 2 | Kadar Organik | < No.3 | < No.1 | 15 – 50% | 23,82% |
| 3 | Kadar Air | 3 – 5% | 3,47% | 0,5 – 2% | 1,1% |
| 4 | Berat Volume | | | | |
| | a.Kondisi lepas | 1,4 – 1,9 kg/ltr | 1,40 k/l | 1,4 – 1,9 kg/ltr | 1,55 k/l |
| | b.Kondisi padat | 1,4 – 1,9 kg/ltr | 1,53 k/l | 1,4 – 1,9 kg/ltr | 1,69 k/l |
| 5 | Absorpsi | 0,2 – 2% | 1,63% | 0,2 – 4% | 1,42% |
| 6 | Berat Jenis Spesifik | | | | |
| | a.Bj. Bulk | 1,6 – 3,2 | 2,20 | 1,6 – 3,2 | 2,55 |
| | b.Bj. Semu | 1,6 – 3,2 | 2,28 | 1,6 – 3,2 | 2,65 |
| | c.Bj. Kering Permukaan | 1,6 – 3,2 | 2,23 | 1,6 – 3,2 | 2,59 |
| 7 | Modulus Kehalusan | 2,2 – 3,1 | 2,50 | 5,5 – 8,5 | 7,29 |

2. Mix disain beton self compacting concrete, perencanaan disain 1 m³ beton ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rancangan campuran beton self compacting concrete

| Faktor Air Semen (fas) | Volume | | | | Super Plasticizer | Retarder |
|---------------------------------|--------|--------|---------|------------|----------------------|----------------|
| | Air | Semen | Agregat | | | |
| | | | Pasir | Batu pecah | | |
| | (kg) | (kg) | (kg) | (kg) | (gr) | (gr) |
| 0,34 | 205 | 602,94 | 672,32 | 780,86 | 0 | 0 |
| | 198,7 | 602,94 | 672,32 | 780,86 | 4221 (0,7%) | 1809 (0,3%) |
| | 192,4 | 602,94 | 672,32 | 780,86 | 9044 (1,5%) | 3015 (0,5%) |

3. Pemeriksaan slump beton dalam menentukan nilai slump flow dan waktu pengaliran beton self compacting concrete. Analisis panjang pengaliran L-flow terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM) diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Panjang pengaliran L-flow dan nilai kuat tekan beton umur 28 hari

| Slump flow (cm) | | | Kuat Tekan Beton (f'c) (Mpa) | | |
|-----------------|--|--|------------------------------|--|--|
| Beton Normal | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) | Beton Normal | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) |
| 26,4 | 68,0 | 84,9 | 45,02 | 45,14 | 46,25 |

Nilai slump flow beton self compacting concrete mempunyai nilai perbandingan yang sangat besar terhadap beton normal. Diameter slump flow beton normal kisaran 23,95 – 26,4 cm dan tinggi slump antara 8,7 – 13 cm. Beton self compacting concrete mempunyai tingkat pengaliran dan kelecekan yang tinggi sehingga mampu menyentuh diameter 500 mm pada

papan segregasi dengan rentang waktu antara 2,53 – 3,52 detik, dengan diameter slump flow antara 63 – 75 cm (Beton self compacting concrete 0,7% superplasticizer + 0,3% retarder), sedangkan beton self compacting concrete 1,5% superplasticizer + 0,5% retarder slump flow antara 75,5 – 84,9 cm, dengan rentang waktu antara 2,59 – 3,46 detik mampu menyentuh diameter 500 mm pada papan segregasi.

4. Pengaruh kadar bahan tambah (superplasticizer dan retarder) terhadap slump beton, slump flow dan waktu pengaliran beton self compacting concrete.

Dari hasil pengujian beton self compacting concrete, bahwa bahan tambah superplasticizer dan retarder berperan sebagai pemacu terjadinya tingkat pengaliran yang tinggi, pada komposisi yang optimal dapat menciptakan homogenitas pada campuran beton, sedangkan pada komposisi yang berlebihan justru akan menciptakan beton yang sangat encer dan susah dikontrol, serta kemungkinan terjadinya segregasi pada beton sangat besar yang berdampak pada penurunan nilai dan kualitas beton. Beton self compacting concrete 0,7% superplasticizer dan 0,3% retarder dari berat semen menghasilkan nilai slump flow 63 – 75 cm, sedangkan untuk beton self compacting concrete 1,5% superplasticizer dan 0,5% retarder dari berat semen menghasilkan nilai slump flow 75 – 84,9 cm.

5. Pengaruh kadar bahan tambah (superplasticizer dan retarder) terhadap kuat tekan beton self compacting concrete. Pada umur perawatan beton 7 – 28 hari, pengaruh reaksi retarder berangsur menghilang yang kemudian digantikan oleh membesarnya reaksi superplasticizer sebagai akselerator kuat tekan. Dengan demikian beton self compacting concrete yang memiliki persentase bahan tambah superplasticizer yang lebih besar cenderung menghasilkan nilai kuat tekan beton yang besar pula. Beton normal f'_c sebesar 45,02 Mpa, Beton self compacting concrete 0,7% superplasticizer dan 0,3% retarder f'_c sebesar 45,14 Mpa, dan Beton self compacting concrete 1,5% superplasticizer dan 0,5% retarder f'_c sebesar 46,25 Mpa, meningkat sebesar 2,73% terhadap kuat tekan beton normal. Nilai kuat tekan beton self compacting concrete diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Kuat tekan beton umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari

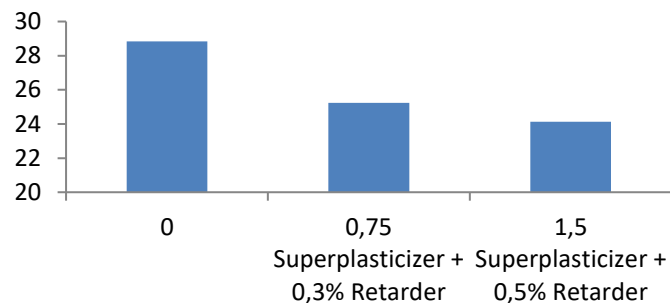
| Umur Perawatan (hari) | Beton Normal (Mpa) | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) | Beton Self Compacting Concrete (0,7% superplasticizer + 0,3% retarder) |
|-----------------------|--------------------|--|--|
|-----------------------|--------------------|--|--|

| | | (Mpa) | (Mpa) |
|----|-------|-------|-------|
| 3 | 28,84 | 25,24 | 24,11 |
| 7 | 28,90 | 29,26 | 33,78 |
| 14 | 35,03 | 35,92 | 41,87 |
| 21 | 36,24 | 38,18 | 44,84 |
| 28 | 45,02 | 45,14 | 46,25 |

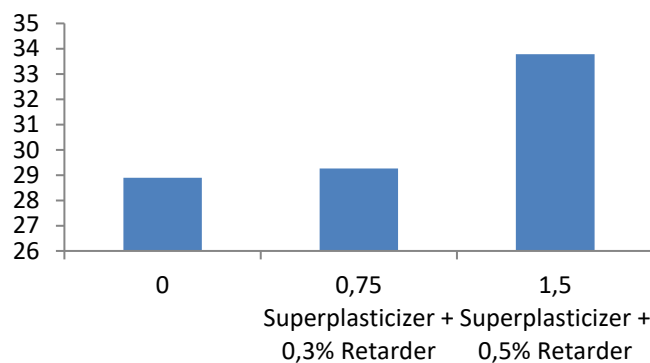
6. Hubungan kuat tekan beton terhadap umur benda uji.

Pengujian kuat tekan beton terhadap tiga jenis pencampuran beton yaitu mix disain beton normal, beton self compacting concrete 0,7% superplasticizer dan 0,3% retarder dari berat semen, beton self compacting concrete 1,5% superplasticizer dan retarder 0,5% dari berat semen.

Nilai kuat tekan beton normal terhadap beton self compacting concrete pada umur pengujian 3 hari dan 7 hari seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.

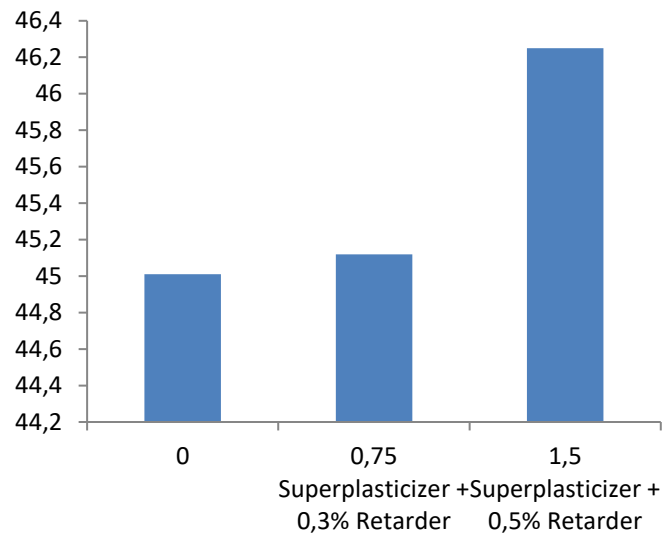


Gambar 1. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton Umur Curing 3 hari



Gambar 2. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton Umur Curing 7 hari

Menghasilkan nilai kuat tekan beton yang lebih besar pada beton self compacting concrete dengan bahan tambah dengan persentase yang tinggi. Sehingga didapatkan gambaran grafik hubungan kuat tekan beton terhadap umur curing beton, seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton Umur Curing 28 hari

KESIMPULAN

Beton self compacting concrete, dengan menggunakan bahan tambah berupa additive superplasticizer dan retarder pada campuran beton sangat mempengaruhi nilai penyebaran dan pengaliran serta homogenitas beton segar, menyebabkan beton self compacting concrete memiliki slump flow yang relatif L-flow masih berada diantara nilai 65 – 75 cm, tidak mengalami segregasi ataupun bleeding dan tetap memiliki kelecakan dan kadar udara sesuai dengan yang dikehendaki. Beton self compacting concrete, berpengaruh pada percepatan penambahan kekuatan tekan beton setelah setting time. Nilai kuat tekan beton self compacting concrete pada umur 7 – 28 hari yang lebih besar terhadap beton normal. Sehingga penyebaran, kerapatan material dan homogenitas beton self compacting concrete tercapai.

SARAN

- Pada saat pengadukan beton self compacting concrete, pencampuran bahan tambah didahului memasukkan retarder lebih dahulu yang telah diencerkan dengan air sisa campuran yang telah disiapkan. Setelah additive retarder tercampu rata, disusul dengan pemberian bahan tambah superplasticizer, metode perawatan dapat menggunakan curing udara dan curing burlag.
- Perlu dilakukan penelitian terapan yang dapat diaplikasikan langsung di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, Istimawan, Struktur Beton Bertulang, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama, 1994
- Departemen Pekejaan Umum, 1971. “Peraturan Umum bahan Bangunan Indonesia (PBI)”, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- EFNARC, (2005). Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete, The European Guidelines for Self-Compacting Concrete.
- Fianca, Zakkstudi, A. F. (2015). eksperimen material grc (glassfiber reinforced concrete) sebagai bahan dasar pada modular floating pontoon. Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 3, No.4.
- Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, W. H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton F_c' 16,60 Mpa Menggunakan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 4, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121>
- Malik, I. L. (2019), Pemxanfaatan serat kaca (fiber glass) sebagai bahan ambah dalam meningkatkan kuat lentur beton. Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Mulyono, Tri. (2003). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi Offset
- Mustari, M. I. (2011). Studi kuat lentur beton pada perkerasan kaku dengan penambahan serat fiberglass pada beton normal. Jurnal ILTEK, Volume 6, Nomor 12
- Okamura dan Ouchi. (2003). Self-Compacting Concrete, Journal of Advances Concrete Technology, Vol 1, No 1, 5-15, Japan Concrete Institute..Sipil Fakultas Teknik UGM, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Prajitno, Handi, Concret Admixture For Flowing Concrete, PT. Sika Indonesia
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-2816-1992. Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Campuran Mortar atau Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton, Normal, Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional

- SNI 03-4804-1998. Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-6827-2002. Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 4431-2011. “Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan”. Badan Standar Nasional.
- SNI-2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional
- Sugiharto, H. (2006). penelitian mengenai peningkatans kekuatan awal beton pada self compacting concrete. Jurnal Teknik sipil. Vol. 8, No. 2, 87–92
- Sugiharto, Handoko.e.al. (2001). Penggunaan Fly Ash dan Viscocrete pada Self Compacting Concrete. Surabaya : Universitas Kristen petra.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. (2007). Teknologi Beton. Biro Penerbit Jurusan Teknik
- Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 3(2), 234. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1096>
- Wang, Chu-Kia, Charles G. Salmon. Disain Beton Bertulang Jilid I, Jakarta, Erlangga, 1986
- Winter, George. Arthur H. Nilson. Perencanaan Struktur Beton Bertulang. Jakarta, Terj, Pradnya Paramita. 1993
- Yuliani, Z. A. (2020). Pengujian beton scc (self compacting concrete) dengan variasi penambahan superplasticizer. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Gadjah mada