

DOSIS PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA (CHEMICAL ADMIXTURE) PADA CAMPURAN BETON NORMAL

Erwin Sutandar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Email: erwin_sutandar@yahoo.com

Abstrak: Beton adalah bahan komposit terdiri dari berbagai macam bahan pokok yang utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus dan air yang merupakan bahan untuk proses hidrasi dan pengikatan dari bahan-bahan tersebut. Dalam proses pembuatan beton yang mempunyai kualitas yang baik maka diperlukan suatu bahan kimia tambahan pada campuran tersebut. Bahan tambahan kimia ini dapat berfungsi sebagai mempercepat proses pengikatan beton dan meningkatkan kuat tekan beton pada usia awal. Yang menjadi hal yang penting dalam pada penelitian yang telah dilakukan dengan bahan kimia tambahan dengan dosis 0,2; 0,4; 0,6, dan 0,8 lt/100 kg semen apakah dapat meningkatkan kuat tekan pada beton bila dibandingkan dengan beton normal bahan kimia tambahan. Dari hasil pengujian beton yang telah dilakukan ternyata proses pembentukan beton dapat diperlambat dan kuat tekan beton umur 7 dan 14 hari diperoleh hasil dengan penambahan bahan kimia kuat tekan beton lebih kuat daripada kuat tekan beton normal tanpa bahan kimia. Tetapi pada umur 28 hari diperoleh hasil bahwa dengan bahan kimia tambahan dengan jumlah yang melebihi dari dosis yang telah di syaratkan ternyata kuat tekan beton dengan bahan kimia tambahan tersebut lebih kecil dibandingkan pada kuat tekan beton normal tanpa bahan kimia tambahan. Sedangkan penggunaan bahan kimia tambahan yang tidak melebihi dosis yang telah ditentukan ternyata hasilnya antara beton normal dengan menggunakan bahan kimia tambahan dan yang tidak menggunakan bahan kimia tambahan ternyata hasilnya hampir sama. Hasil yang diperoleh tersebut membuktikan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan bahan kimia pada dosis tertentu memiliki kuat tekan lebih kecil dari kuat tekan beton normal tanpa bahan kimia tambahan pada umur 28 hari.

Kata Kunci: *beton normal, bahan kimia tambahan, dosis, umur beton, kuat tekan*

Abstract: *Concrete is a composite material consisting of a wide variety of composite material of cement, coarse aggregate, fine aggregate and water which is material experience the hydration process and the binding of these materials. In the process of making concrete that has good quality, we need a chemical admixture to the mortar. The chemical admixture can be used as an accelerator in binding process and improve the concrete compressive strength of concrete at early age. The important thing in this research that has been done with chemical admixture at a dose of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8 lt/100 kg cement is whether it could increase the compressive strength of the concrete when compared with normal concrete and normal concrete with chemical admixture. From the results of the testing that has been done showed that the concrete forming process can be slowed and concrete compressive strength of concrete age of 7 and 14 days the results obtained with the addition of chemical admixture compressive strength*

of concrete is stronger than normal concrete compressive strength without chemical admixture. But at the age of 28 days it is obtained that with chemical admixture that exceed the number of doses that have been in the concrete compressive strength turned out otherwise require chemical admixture with is smaller than the compressive strength of normal concrete without chemical admixture. While the usage of chemical admixture that do not exceed a predetermined dose of the result between normal concrete by using chemical admixture and not using chemical admixture give the same result. The results obtained proved that the compressive strength of concrete with the addition of certain chemical admixture at doses have compressive strength less than the compressive strength of normal concrete without chemical admixture at 28 days.

Keywords: *normal concrete, chemical admixture, doses, concrete age, compressive strength*

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan dalam bidang konstruksi, sudah banyak bangunan yang menggunakan bahan beton. Karena beton sangatlah praktis dan cepat untuk membangun suatu konstruksi. Beton ini banyak digunakan dalam pembangunan konstruksi rumah, jalan dan jembatan. Beton tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen PCC, air dan agregat kasar (kerikil) serta agregat halus (pasir), tidak lupa pula dilakukan penambahan dengan bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia. Pada perbandingan tertentu campuran tersebut bilamana dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi karena proses kimia antara air dan semen, yang berlangsung selama waktu yang panjang dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

Kekuatan, keawetan suatu beton tergantung dari bahan-bahan yang digunakan diatas, maka dari itu perlu kiranya melakukan penelitian lebih lanjut terutama dari segi bahan pengikat beton itu sendiri atau semen dimana jenis dan merk bahan pengikat ini telah beredar dipasaran,

terutama yang menjadi pusat perhatian yaitu penggunaan dosis bahan kimia tambahan dalam campuran beton untuk proses mempercepat proses pengikatan beton dan menambah kuat tekan beton normal.

Water reducing and retarding admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal. *Water reducing and retarding admixtures* yaitu pengurang air dan pengontrol pengeringan (*Water Reducing and Admixtures*). Bahan ini untuk menambah kekuatan beton. Bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air. Bahan ini hampir semuanya berwujud cair. Air yang terkandung dalam bahan ini akan menjadi bagian dari air campuran beton. Jadi dalam perencanaan air ini harus ditambahkan sebagai berat air total dalam campuran beton. Perlu ditekankan bahwa perbandingan antara mortar dengan agregat kasar tidak boleh berubah. Perubahan kandungan air atau udara atau semen, harus diatasi dengan perubahan kandungan agregat halus sehingga volume tidak berubah (Mulyono, 2004).

Bahan kimia tambah yang digunakan adalah jenis *water reducing and retarding*

admixtures (merk dagang *Conplast RP264 M2*) dengan dosis antara 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 liter/100 kg terhadap berat semen. Adapun penggunaannya: a) Untuk meningkatkan efektivitas air campuran beton, b) Untuk membantu menjaga sifat mudah dikerjakan dari beton segar dari penyerapan udara panas; c) Untuk memperpanjang waktu kerja beton; dan d) cocok untuk digunakan dalam campuran beton dengan kohesi rendah. Adapun keuntungannya: a) Meningkatkan daya kerja tanpa kehilangan kekuatan; b) Meningkatkan kekuatan tekan pada dosis tertentu; c) Perlambatan yang terkontrol atas lama pengerasan; d) Memungkinkan penghematan yang tinggi dalam pemakaian semen; e) Memperpanjang waktu penumpukan; f) Memungkinkan penengecoran pada suhu/cuaca panas; dan f) Bebas Klorida.

Dalam penelitian ini hipotesa awal adalah dengan menambah bahan kimia tambahan pada campuran beton dengan dosis tertentu akan memperlambat proses pengikatan beton dan menambah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

METODE

Penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, karena metode tersebut memungkinkan didapatkannya kebenaran yang obyektif dengan adanya fakta-fakta sebagai bukti. Dalam melakukan penelitian, maka pelaksanaan penelitian eksperimen harus memiliki tahapan penelitian yaitu: a) Survey terhadap literatur yang sesuai dengan permasalahan yang sedang dihadapi, b) Identifikasi dan pendefinisian masalah, c) Perumusan hipotesis, d) Pendefinisian pengertian-pengertian dasar dan penentuan variabel-variabel utama, e) Penyusunan rencana eksperimen, f) Pengaturan data awal, g) Penerapan test di laboratorium, h) Pengolahan data hasil pengamatan/test, dan i) Pembuatan laporan.

Penelitian ini berupa pengamatan terhadap hubungan pengaruh antar setiap variasi komposisi kimia tambah terhadap kuat tekan beton normal (tanpa kimia tambah). Dengan dosis bervariasi yang telah ditetapkan, maka akan dikaji perbedaan kuat tekan antara beton normal dengan variasi penambahan vahan kimia pada beton normal. Dalam penelitian ini, pelaksanaan studi eksperimental di laboratorium yang meliputi pembuatan sampel, pengujian hingga analisis data akan dibuat secara bertahap.

Adapun rincian pekerjaannya secara garis besar, yakni sebagai berikut: a) Pengujian dan pemeriksaan terhadap semua material campuran penyusun beton normal dengan tambahan retarder; b) Pengujian kuat tekan terhadap benda uji beton dengan tambahan retarder pada pada hari ke-7, 14 dan 28. (sejak pembuatan benda uji); c) Semua data dianalisis secara matematis dan dibuat grafik hubungan pengaruh perbedaan variasi retarder dan beton normal untuk setiap tinjauan pengujian serta dilakukan pengamatan terhadap perbandingan data yang saling berkaitan.

Pada penelitian ini, akan dibuat sampel uji dengan berupa silinder berukuran $\varnothing 150\text{mm}$ dan tinggi 300mm (ACI modifikasi dan SK SNI), dengan campuran: a) Semen + Pasir + Agregat Kasar; b) Semen + Pasir + Agregat Kasar + Retarder 0,2 lt/100 Kg Semen; c) Semen + Pasir + Agregat Kasar + Retarder 0,4 lt/100 Kg Semen; d) Semen + Pasir + Agregat Kasar + Retarder 0,6 lt/100 Kg Semen; dan e) Semen + Pasir + Agregat Kasar + Retarder 0,8 lt/100 Kg Semen. Dengan variasi masing-masing benda uji sesuai dengan variasi sampel yang diteliti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Bentuk silinder (D=150 mm, H=300 mm)

| DAFTAR BENDA UJI | | | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----|----|--------|
| No | Variasi Campuran | Jumlah Benda Uji Pada Hari Ke | | | Jumlah |
| | | 7 | 14 | 28 | |
| 1 | Beton Normal | 3 | 3 | 3 | 9 |
| 2 | Beton Normal + Retarder 0,2 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| 3 | Beton Normal + Retarder 0,4 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| 4 | Beton Normal + Retarder 0,6 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| 5 | Beton Normal + Retarder 0,8 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Jumlah | | 15 | 15 | 15 | 45 |

Sedangkan prosedur pelaksanaan penelitian dan apa yang akan dihasilkan dalam penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

HASIL

Analisa Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan meliputi sifat-sifat dari kerikil, analisis dilakukan terhadap:

Gradasi Butiran

Pemeriksaan gradasi kerikil dilakukan untuk mengetahui gradasi atau pembagian butiran agregat kasar (kerikil) yang digunakan apakah sesuai dengan gradasi yang disyaratkan atau tidak. Hasil pemeriksaan akan menunjukkan gradasi kerikil memenuhi standar gradasi yang digunakan di Indonesia untuk saat ini. Dari pemeriksaan gradasi kerikil ini, diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 3,14.

Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk menentukan persentase air yang terkandung dalam agregat kasar yang nantinya akan digunakan dalam campuran beton. Adapun kadar air kerikil yang dihasilkan dari analisis bahan yaitu sebesar 3.392%.

Berat Volume

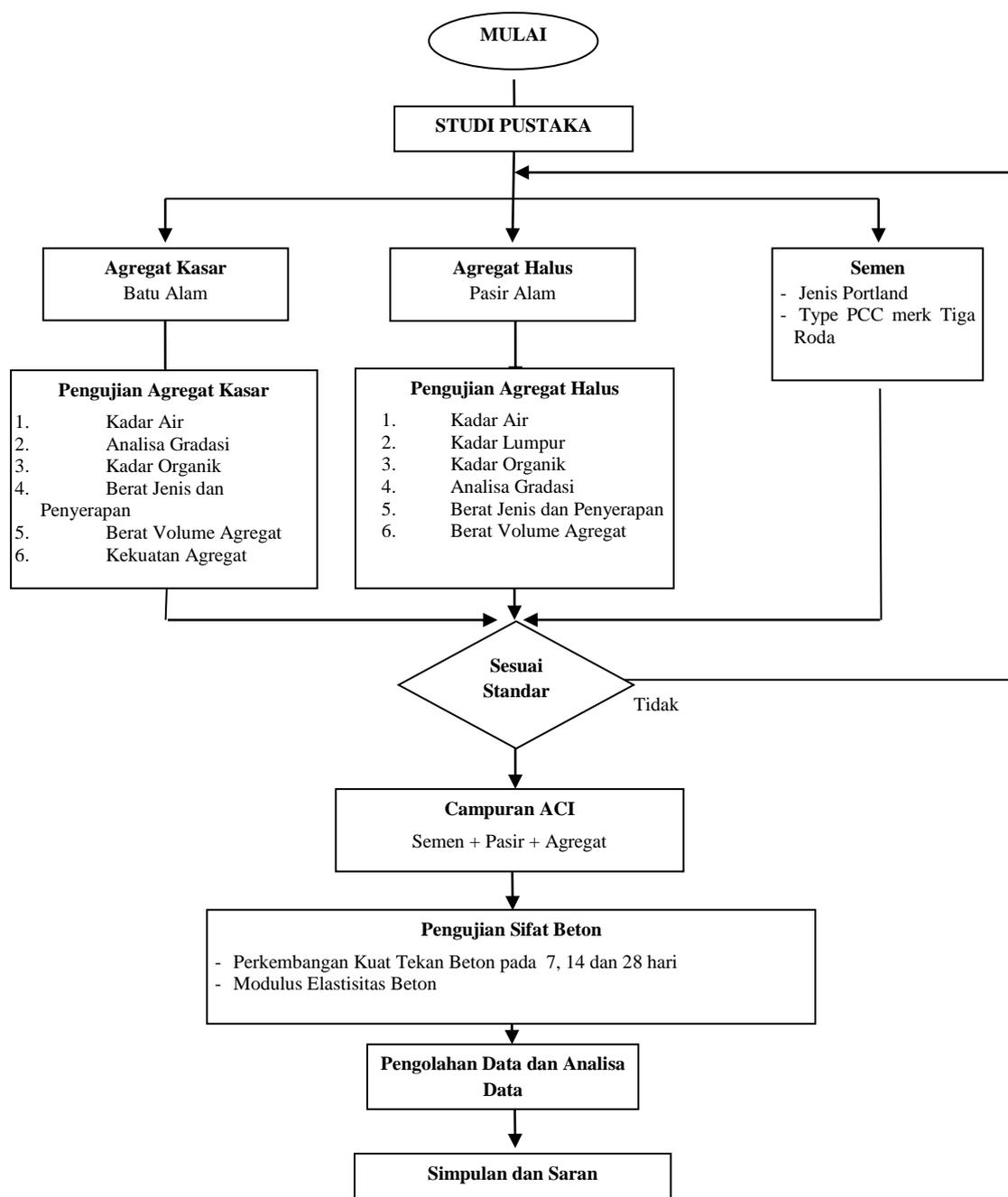
Pemeriksaan berat volume kerikil dilakukan pada keadaan gembur dan keadaan padat. Adapun berat volume gembur yang dihasilkan dari analisa bahan yaitu sebesar 1.355 kg/lt atau 1355 kg/m³. Dalam penelitian ini digunakan berat volume dalam kondisi gembur.

Berat Jenis

Pemeriksaan Berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis dan persentase berat air yang dapat diserap agregat kasar (kerikil), dihitung terhadap berat kering. Pemeriksaan berat jenis kerikil menghasilkan 3 macam berat jenis, yaitu berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis semu. Hasil yang diperoleh untuk berat jenis curah rata-rata adalah 2,49 gram, sedangkan untuk berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata sebesar 2.56 gram dan untuk berat jenis semu rata-rata sebesar 2,68 gram. Untuk pemeriksaan penyerapan kerikil yang dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan berat jenis kerikil yang menghasilkan angka penyerapan rata-rata sebesar 2,88%.

Analisa Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan meliputi sifat-sifat dari pasir, analisis dilakukan terhadap:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Gradasi Butiran

Pemeriksaan gradasi pasir dilakukan untuk mengetahui gradasi atau pembagian butiran agregat halus (pasir) yang digunakan apakah sesuai dengan gradasi yang disyaratkan atau tidak. Hasil pemeriksaan akan menunjukkan gradasi

pasir memenuhi standar gradasi yang digunakan di Indonesia untuk saat ini. Dari pemeriksaan gradasi pasir ini, diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 3,185.

Berat Volume

Pemeriksaan berat volume pasir dilakukan pada keadaan gembur dan

keadaan padat. Adapun berat volume gembur yang dihasilkan dari analisa bahan yaitu sebesar 1.39 kg/lit atau 139 kg/m³. Dalam penelitian ini digunakan berat volume dalam kondisi gembur.

Kadar Organik

Pemeriksaan terhadap kadar organik yang terkandung didalam agregat halus (pasir) dengan merendam pasir didalam cairan NAOH 3% selama 24 jam. Kemudian membandingkan hasilnya dengan organic plate. Hasil yang didapat adalah warna benda uji sama dengan warna standar organik plate nomor 3. Sehingga pasir memenuhi syarat dan dapat langsung digunakan dalam campuran beton.

Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kadar lumpur yang terdapat didalam pasir. Karena kadar lumpur dapat menyebabkan kurang sempurnanya ikatan pasta semen dengan agregat. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kadar lumpur yang terkandung didalam pasir sebesar 2.703%. Karena nilai itu memenuhi syarat yang berlaku yaitu $\leq 5\%$, maka pasir dapat digunakan untuk campuran beton.

Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk menentukan persentase air yang terkandung dalam agregat halus yang nantinya akan digunakan dalam campuran beton. Adapun kadar air pasir yang dihasilkan dari analisis bahan yaitu sebesar 2.0%.

Berat Jenis

Pemeriksaan Berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis dan persentase berat air yang dapat diserap agregat halus (pasir), dihitung terhadap berat kering. Pemeriksaan berat jenis pasir

menghasilkan 3 macam berat jenis, yaitu berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis semu. Hasil yang diperoleh untuk berat jenis curah rata-rata adalah 2.61 gram, sedangkan untuk berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata sebesar 2.55 gram dan untuk berat jenis semu rata-rata sebesar 2,57 gram. Untuk pemeriksaan penyerapan pasir yang dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan berat jenis pasir yang menghasilkan angka penyerapan rata-rata sebesar 1,11%.

Data Bahan Pengikat

Bahan pengikat yang digunakan adalah semen PCC yang diproduksi oleh PT. Semen Tiga Roda Tunggal Perkasa Tbk.

Data Air

Untuk melakukan pencampuran sampel silinder menggunakan air PDAM Kota Pontianak.

Retarder (Kimia Tambah)

Retarder yang digunakan adalah jenis *water reducing and retarding admixtures* (merk dagang *Conplast RP264M2*) dengan dosis 0,2-0,8 liter/100kg terhadap berat semen.

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis statistik uji *t-Test* berdasarkan data frekuensi halitosis perokok aktif sebelum dan sesudah menggunakan obat kumur. Diperoleh nilai mean halitosis awal 1,70 dan mean halitosis akhir 1,15, dengan selisih mean antara halitosis sebelum dan sesudah menggunakan obat kumur adalah 0,550, yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara keadaan halitosis sebelum dan sesudah menggunakan obat kumur.

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Halitosis Sebelum dan Sesudah Menggunakan Obat kumur

| Variabel | Mean | Mean Different | Probabilitas | Keterangan |
|-----------------|------|----------------|--------------|------------|
| Halitosis awal | 1.70 | | | |
| Halitosis akhir | 1.15 | 0.550 | 0.000 | signifikan |

PEMBAHASAN

Komposisi Bahan Pembentuk Beton

Dari analisa bahan yang telah dilakukan untuk membuat beton normal 25 MPa dengan metode ACI didapatkan komposisi bahan campuran beton pada **Tabel 2**. Dimana untuk bahan utama pembentuk Beton Normal berupa semen, batu, pasir dan air tetap jumlahnya untuk setiap variasi, yang mengalami perubahan adalah bahan kimia tambahannya. Ini berfungsi untuk mengetahui pengaruh kimia tambah terhadap kuat tekan beton.

Nilai Slump

Adapun hasil slump didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 3**. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar bahan kimia tambah yang diberikan pada campuran beton mengakibatkan nilai slump akan semakin besar. Pada beton normal nilai slump didapat 8 cm, dengan nilai slump ini kelecakan beton sudah cukup baik. Nilai slump berubah pada campuran retarder (kimia tambah) 0,2lt/100kg semen dimana nilai slump pada campuran ini naik menjadi 8,5 cm. Pada campuran retarder (kimia tambah) 0,4lt/100kg semen nilai slump mengalami kenaikan sebesar 0,5 cm, kenaikan slump yang sama juga terjadi pada penambahan retarder (kimia tambah) sebanyak 0,6-0,8lt/100kg semen.

Dengan nilai slump semakin besar mengakibatkan workability semakin baik dan juga akan memudahkan dalam pengerjaan struktur beton.

Nilai Kuat Tekan

Adapun kuat tekan didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 7**. Dari **Tabel 4** dapat kita lihat adanya selisih antara nilai kuat tekan rata-rata hasil pengujian pada umur 7 dan 14 hari dengan penambahan retarder (kimia tambah) dapat menghasilkan kuat tekan diatas beton normal, tetapi pada umur 28 hari kuat tekan beton pada pencampuran retarder (kimia tambah) 0,8 mengalami penurunan terhdap beton normal.

Dari **Gambar 2** dan **Gambar 3** dapat kita amati, pada beton normal dengan penambahan retarder (bahan kimia tambah) 0,2, 0,4, 0,6, dan 0,8lt/100kg semen dan beton tanpa bahan kimia tambah, arah grafik dan barchart pada umur 7, 14, 28 hari menunjukkan kenaikan kuat tekan pada masing masing umur. Ini menunjukkan bahwa beton dengan bahan kimia tambah maupun tanpa kimia tambah akan bertambah kekuatannya seiring dengan makin bertambahnya umur beton. Hanya untuk beton normal yang ditambah dengan kimia tambah 0,8 lt ternyata menghasilkan kekuatan pada umur 28 lebih kecil daripada kekuatan beton normal tanpa bahan kimia tambah.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama. Kuat tekan yang direncanakan telah didapatkan melebihi dengan rencana awal yang dibuat sebesar 25 Mpa dengan komposisi campuran yang didapat dengan metode ACI.

Kedua. Semakin besar dosis bahan kimia tambahan yang diberikan memberikan nilai slump dari beton akan semakin besar. Dimana dengan nilai slump yang akan semakin besar, maka workability dari beton itu semakin tinggi dengan demikian beton akan mudah dalam pengerjaannya. Dengan hidrasi beton yang semakin lambat akan mengakibatkan proses pengerasan beton akan mengalami perlambatan juga. Dalam pengerjaan beton ada suatu kondisi yang diperlukan untuk kondisi tersebut seperti beton yang diangkut dengan jarak yang jauh, beton untuk bangunan ditingkat yang tinggi dan konstruksi-konstruksi pada kondisi suhu yang panas.

Ketiga. Sedangkan dari hasil kuat tekan yang didapatkan bahwa dengan dosis pemakaian bahan kimia yang semakin besar berdasarkan jumlah semen yang dipakai ternyata kuat tekannya semakin lebih kecil dari kuat tekan beton normal tanpa bahan kimia tambahan. Tetapi untuk kuat tekan umur awal ternyata semua dosis yang dipakai ternyata kuat tekan yang dihasilkan lebih besar dari pada kuat tekan pada beton tanpa bahan kimia tambahan. Ini berarti bahwa dengan penambahan bahan kimia tersebut ternyata menambah kekuatan awal dari beton. Ini sangat diperlukan karena pada proses pembangunan konstruksi pada usia awal yang tinggi akan mempermudah kita dalam mempercepat waktu konstruksi, seperti pembongkaran perancah bangunan.

Keempat. Dosis yang paling ideal untuk pembahan bahan kimia pada campuran beton adalah pada dosis 0,2 liter/100 Kg berat semen. Ini dapat kita lihat pada umur awal beton dan pada umur 28 hari ternyata kekuatannya semakin meningkat dan lebih besar dari pada beton normal tanpa bahan kimia tambahan dan

beton normal dengan bahan kimia tambahan pada dosis yang lain.

Kelima. Dengan bahan kimia tambahan pada dosis 0,2 L/100 Kg berat semen ternyata menghasilkan beton dengan workability yang baik, kuat tekan awal dan akhir yang lebih baik dari pada sempel yang lain. Sehingga dalam pengerjaan pembuatan beton sangat disarankan untuk menggunakan bahan kimia tambahan ini untuk mempermudah dan menghasilkan beton yang lebih baik.

Saran

Adapun saran untuk penelitian yang lebih lanjut adalah: pertama. Sebaiknya diadakan peninjauan lebih lanjut untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambahan retarder (bahan kimia tambah) terhadap kuat tekan beton pada variasi dosis.

Kedua. Variasi dosis yang melebihi ketentuan yang berlaku sebaiknya jangan digunakan karena akan mempengaruhi kuat tekan.

Ketiga. Dalam pelaksanaan konstruksi sebaiknya penggunaan bahan kimia tambah harus sesuai dengan aturan yang telah ditentukan dalam pemakaian bahan kimia tambah.

Keempat. Sebaiknya pemakaian bahan tambah adalah antara 0,2 liter/100 kg berat semen sampai dengan 0,6 liter/100 keg semen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada laboratorium fakultas teknik universitas tanjungpura Pontianak dan mahasiswa yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amri, Sjafei. 2005. Teknologi Beton A-Z.
Jakarta: John Hi-Tech Idetama.

Arthur H. Nilson dan George Winter,
1993, Perencanaan Struktur Beton
Bertulang, PT . Pradnya Paramitha,
Bandung

Candra Rahmadianto, S.T, 2008, Petunjuk
Praktikum Teknologi Beton.
Pontianak. Laboratorium Bahan dan
Konstruksi Fakultas Teknik Sipil
Universitas Tanjungpura.

Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton.
Yogyakarta: Penerbit Andi.

Mungok, Chrisna Djaja dan Lusiana. 1998.
Buku Ajar/Handout Teknologi Beton.
Pontianak: Fakultas Teknik
Universitas Tanjungpura.

SKSNI T-28-1991-03 Tata Cara
Pengadukan dan Pengecoran Beton.
Departemen Pekerjaan Umum.
Bandung : Yayasan LPMB.