

Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton Dari Berbagai Merek Semen

Dian Fitrawansyah¹⁾, Irwan Lakawa²⁾, Sulaiman³⁾

¹ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara email: difiwa@yahoo.com

² Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara Email : ironelakawa@gmail.com

³ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara Email: sulaimanusuku1976@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Admixture, Damdex, Tonasa, Bosowa, Tiga Roda

How to cite:

Dian Fitrawansyah, Irwan Lakawa, Sulaiman (2020). Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton Dari Berbagai Merek Semen *Sultra Civil Engineering Journal*, Vol. 1(2)

Abstracting and Indexing:

- Google Scholar

ABSTRACT

Tonasa cement, Bosowa cement, and Tiga Roda cement have difference characteristic from procedure to produce and composition of ingredients, the difference are probably reach the difference respond or effected from three brands are mixed from admixture to be a mix concrete. One of the commonly admixture and easy to find is Damdex Brand that can increase the strengthness of the concrete. The aimed of this investigation to analyse the effect of admixture (Damdex) variation toward concrete compressive strength by comparison the cement brands. The methodology of this investigation is experiment method or material test in laboratory. The concrete compressive strength will calculated during 28 days age, after giving an admixture (0%,1%, 1,5%,2%, 2,5% dan 3%) with different brands cement variation, but composition of Concrete such Agregat and Water are same from each treatment. The sample from each treatment totally 3 tested samples. The result of this investigation, Tonasa cement is increase with concrete compressive strength from highest of admixture (Damdex) from admixture level is 2% which gain compressive strength 385,24 Kg/cm² or increasing amount 23,52% from normal concrete compressive strength. Bosowa brand is increase with concrete compressive strength from the highest admixture (Damdex) the level is 2.5 % with compressive strength gain is 338,00 Kg/cm² or increase amount 10,15% from Normal concrete compressive strength. Compressive strength of Tiga Roda brand also gain increase from admixture with highest level is 3% which 354,35 Kg/cm² compressive or increase amount 18,60% from normal concrete compressive strength

Copyright © 2020 SCiEJ. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Salah satu program strategis utama pada masa pemerintahan Presiden Joko Widodo yaitu pembangunan infrastruktur. Jokowi berkata, “untuk jangka menengah sampai jangka panjang, pemerintah saat ini berfokus pada proyek infrastruktur karena sektor tersebut padat modal dan berdampak panjang. Perbaikan infrastruktur penting untuk menekan biaya produksi, biaya transportasi, dan ongkos distribusi” (Kompasiana, 2017). Pembangunan

jembatan, pembangunan bendungan, pembangunan bandara, pembangunan gedung dan perumahan, adalah sebagian contoh dari pembangunan infrastruktur. Dari semua contoh pembangunan tersebut sangat memerlukan beton sebagai bahan utamanya.

Kualitas dan mutu beton merupakan hal penting serta paling mendasar yang harus senantiasa diperhitungkan, dijaga, dan diawasi guna menghasilkan infrastruktur yang baik, berkualitas tinggi dan aman untuk digunakan. Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI, 2002). Tujuan pemberian bahan tambah adalah untuk mengubah satu atau lebih dari sifat beton, sewaktu dalam keadaan segar atau setelah mengeras. (Rahmat dkk.,2016)

Semen *Portland* terdiri dari lima tipe yaitu tipe I diperuntukkan pada penggunaan umum yang tidak memerlukan syarat khusus; tipe II diperuntukkan pada beton yang tahan terhadap sulfat dan memiliki panas hidrasi sedang; tipe III diperuntukkan pada beton dengan kekuatan awal tinggi; tipe IV diperuntukkan pada beton yang memerlukan panas hidrasi yang rendah dan tipe V diperuntukkan pada beton yang ketahanan terhadap sulfanya sangat tinggi.

Semen yang banyak beredar dan dijual di kota Kendari pada umumnya adalah semen tipe I dengan berbagai macam merek yaitu Tonasa, Bosowa, dan Tiga Roda. Ketiga merek semen ini sudah tentu memiliki perbedaan dari cara pembuatannya dan komposisi bahan penyusunnya, perbedaan tersebut memungkinkan terjadi ketidak samaan respon atau pengaruh yang ditimbulkan apabila ke tiga merek semen tersebut dicampur dengan bahan lain untuk membentuk campuran beton .

Admixture adalah salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas campuran beton. Bahan tambah tersebut dapat mempengaruhi sifat-sifat beton dan pasta semen sehingga cocok untuk pekerjaan tertentu, misalnya saja dengan menambahkan *admixture* dalam campuran beton dapat memperlambat atau mempercepat proses ikatan campuran beton, dan meningkatkan kekuatan beton (Aprilianti, 2012). Salah satu *admixture* yang dapat dan mudah ditemukan di kota Kendari adalah merek Damdex. Berdasarkan iklan di media internet menyebutkan, dengan pemberian bahan tambah Damdex pada suatu campuran adukan beton dapat meningkatkan kekuatan dari beton tersebut.

Pemberian kadar *admixture* (Damdex) dengan persentase yang berbeda beda tentu dapat menunjukkan peningkatan kuat tekan beton yang berbeda pula, pada penelitian ini ditetapkan variasi kadar *admixture* adalah 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% di karenakan petunjuk penggunaan Damdex pada kemasan dan pada iklan di media internet yaitu sebanyak 2% dari berat semen. Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengetahui sejauh mana pengaruh peningkatan kuat tekan beton apabila pada campuran beton diberi *admixture* (Damdex) kurang dari 2 % dan lebih dari 2 % untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *admixture* (Damdex) maka dibutuhkan data kuat tekan beton normal atau beton yang tidak diberikan *admixture* (kadar Damdex 0%) sebagai pembanding.

2. Tinjauan Pustaka

Beton

Beton merupakan campuran antara semen (11%), agregat halus (26%), agregat kasar (41%), air (16%) dan udara (6%) (Kour dan Hammad, 2010).

Material Penyusun Beton

Semen adalah perekat hidraulis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan batu gypsum sebagai bahan tambahan.4 senyawa kimia yang dipertimbangkan sebagai unsur pokok dari semen adalah sebagai berikut ;

1. Trikalsium Silikat (C3S)
2. Dikalsium Silikat C2S)
3. Trikalsium Aluminat (C3A)
4. Tetrakalsium Aluminoferrit (C4AF) (Neville dan Brooks, 2010).

Trikalsium Silikat dan Dikalsium Silikat adalah komponen yang sangat penting, dimana kedua senyawa tersebut bertanggung jawab atas kekuatan dari campuran semen (Rais,2007).

Semen *portland* adalah salah satu contoh semen *hidraulis* yang banyak digunakan dalam proses konstruksi beton. Berdasarkan standar nasional Indonesia SNI 15-2049-2004, semen *portland* dibagi beberapa tipe berdasarkan tujuan penggunaannya, diantaranya ;

1. Semen Tipe I (Semen penggunaan umum). Kandungan utama klinker yaitu kalsium silikat digiling bersama - sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat akan menghasilkan semen tipe I. Secara umum semen tipe ini memiliki sifat-sifat umum dari semen dan digunakan secara luas untuk pengerasan jalan, pembangunan jalan, bangunan beton bertulang, jembatan dan lain-lain.
2. Tipe II (Semen pengeras pada panas sedang). Semen *portland* tipe II ini memerlukan ketahanan sulfat dan kalor hidrasi 70 kal atau kurang (7 hari) dan 80 kal atau kurang (28 hari) pada kondisi sedang. Semen tipe ini umumnya digunakan untuk lingkungan sistem drainase dengan kadar konsentrat tinggi didalam tanah contohnya bendungan dan irigasi.
3. Tipe III (Semen berkekuatan tinggi awal). Semen *portland* tipe III. Kekuatan awal (1 hari dan 3 hari) diintensifkan, ditentukan untuk mempunyai kekuatan di atas 40 kg/cm² selama penekanan 1 hari dan di atas 90 kg/cm² selama penekanan 3 hari. Semen tipe ini digunakan pada bangunan yang memerlukan tekan yang tinggi tau sangat kuat contohnya untuk pembuatan jembatan dan pembuatan jalan. Semen tipe ini juga cocok digunakan untuk pekerjaan yang mendesak.
4. Tipe IV (Semen jenis rendah). Pada semen *Portland* tipe IV dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah sehingga dapat digunakan untuk pengecoran yang tidak menimbulkan panas dan pengecoran dengan *setting time* yang lama contohnya pada struktur-struktur dam dan bangunan masif.
5. Tipe V (Semen tahan sulfat). Semen *portland* tipe V dalam penggunaannya hanya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Biasanya dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah dan pelapisan dari saluran air dalam terowongan (Wang, 1993).

Agregat adalah bahan pengisi yang persentasenya paling banyak yaitu kurang lebih 70% dari volume beton dan mortar. Kualitas beton ditentukan berdasarkan kualitas penyusunnya, maka untuk mendapatkan beton yang berkualitas baik maka agregat harus berkualitas baik pula (Rahmat, dkk. 2016). Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan. Syarat agregat halus sebaiknya sesuai dengan SNI-03-1750-1990, yaitu sebagai berikut;

1. Mempunyai modulus kehalusan antara 2,50 – 3,80.
2. Kadar Lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 *mikron*, mak 5 %
3. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan Na-Sulfat 3 % dan tidak lebih dari 0.5%. Pada beton mutu tinggi modulus kehalusan dianjurkan 3.0 atau lebih.
4. Kekerasan butir jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka hasil bagi tidak lebih dari 2,20.

5. Sifat kekal diuji dengan larutan jenuh Garam-Sulfat :
6. Jika dipakai Natrium Sulfat , bagian yg hancur mak 10 %. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur mak 15 %.

Syarat agregat kasar sebaiknya sesuai dengan SNI-03-1750-1990, yaitu sebagai berikut;

1. Mempunyai modulus kehalusan antara 6,0 – 7,10.
2. Kadar Lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 mikron, mak 1 %.
3. Kadar bagian yang lemah diuji dengan goresan batang tembaga, mak 5 %.
4. Sifat kekal diuji dengan larutan jenuh Garam-Sulfat : Jika dipakai Natrium Sulfat , bagian yg hancur mak 12 %. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur mak 18 %.
5. Tidak boleh mengandung butiran panjang dan pipih lebih dari 20 % berat.
6. Kekerasan butir ditentukan dengan bejana *Rudellof* dan dengan bejana *Los Angeles*

Air pada proses pembuatan beton sangat diperlukan, karena penambahan air dapat memicu proses hidrasi (reaksi kimia antara semen dan air), membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Kebutuhan air untuk hidrasi adalah 20% dari berat semen. Jumlah air yang akan digunakan pada campuran beton dinyatakan dalam rasio air-semen (*water-cement ratio*), yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air (Kg) dibagi berat semen (Kg) dalam campuran beton. Penambahan air yang berlebihan akan mengurangi kekuatan beton, sedangkan jika proporsi air sedikit akan memberikan kekuatan beton. (Mulyono, 2004).

Kualitas air yang akan digunakan untuk campuran beton harus baik, tidak mengandung lumpur lebih dari 2gr/ltr, tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr, tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr dan tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr. Menurut SNI SNI 03-2847-2002 air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang menonjol pada beton. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pengujian kuat tekan beton dibagi menjadi dua, yaitu pengujian destruktif dan non destruktif. Pengujian destruktif yaitu dengan merusak benda ujinya pada saat pelaksanaan pengujian, sebaliknya pengujian non destruktif dilaksanakan tanpa merusak benda ujinya.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton ringan pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang telah disyaratkan. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja (Mulyono. T, 2004). Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Faktor air semen (FAS)
Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan. Tampak bahwa semakin rendah nilai faktor air semen (FAS) tertentu semakin rendah nilai FAS kuat tekan betonnya semakin rendah pula. Namun kenyataannya, pada suatu nilai FAS semakin rendah, maka akan semakin sulit dipadatkan. Sehingga ada suatu nilai FAS yang optimal dan menghasilkan kuat tekan yang maksimal.
2. Umur beton
Pada umumnya kuat tekan beton atau kekuatan beton bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton tergantung pada jenis semen dan FAS. Contohnya semen dengan

kadar alumina tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya pada 24 jam, mendekati kuat hancur semen *Portland* biasa pada 28 hari. Contoh lainnya, apabila nilai FAS tinggi maka makin lambat kenaikan betonnya. Makin tinggi suhu perawatan makin cepat kenaikan kekuatan betonnya.

3. Jenis semen

Semen *Portland*, seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan semen dibagi menjadi beberapa tipe yaitu, tipe I, tipe II, tipe III, tipe IV, dan tipe V. Jenis - jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda sebagaimana tampak pada Jumlah semen

4. Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton sebagaimana diuraikan sebagai berikut : Jika nilai faktor air semen (*nilai slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air yang sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan, sehingga kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibat kuat tekan beton rendah. Jika nilai *slump* sama (nilai faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini karena nilai *slump* sama , jumlah air hampir sama sehingga penambahan semen berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan beton. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton mempunyai pola yang sama dengan pengaruh pasta terhadap kuat tekan beton, tetapi memiliki jumlah semen optimum yang relatif sama untuk semua nilai faktor air semen yaitu 352 kg/m^3 .

5. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling banyak berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus dan kasar berpengaruh pada lekatan besar tegangan saat retak – retak beton mulai terbentuk sedangkan ukuran maksimum agregat akan mempengaruhi kuat tekannya. Bentuk agregat yang bersudut (batu pecah) mempunyai luas permukaan yang lebih besar (kerikil) sehingga mempunyai daya lekat dengan pasta yang lebih kuat. Dengan adanya lekatan antara batuan dan pasta yang baik dimana retak rambut akibat tekan biasanya dimulai, maka kekuatan beton lebih tinggi.

Admixture Damdex

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan selain air, agregat, semen berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk memodifikasi sifat beton segar, waktu pengerasan, dan kinerja beton saat keras.

Damdex merupakan cairan yang berwarna kecoklatan yang berfungsi sebagai bahan aditif dalam campuran mortar atau portland semen (*cement base*). Damdex yang dicampur dengan mortar/semen akan meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas dan kuat tekan beton, meningkatkan kuat lekat campuran mortar/semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar/semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet. Dengan campuran air yang encer maka campuran akan mudah masuk kedalam rongga-rongga retakan bangunan (Khairunnisa, 2016).

3. Metode Penelitian

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Pengujian material dan kuat tekan beton berlokasi di UPTD Laboratorium Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Provinsi Sulawesi Tenggara yang beralamat di Jalan. Mayjend S. Parman No. 1A Kendari Sulawesi Tenggara. Waktu penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu selama 5 bulan yaitu bulan Maret – bulan Juli 2018.

Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini adalah variabel bebas meliputi *Admixture* (damdex) dengan kadar 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2,5%, dan 3 %, serta merek semen yang digunakan adalah semen Bosowa, semen Tonasa dan Tiga Roda. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah kuat tekan beton.

Sumber Data

Berdasarkan sumbernya data terbagi atas : data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari obyek penelitian. Data primer pada penelitian ini adalah data hasil pemeriksaan bahan data hasil pengujian kuat tekan beton. Hasil pengujian kuat tekan beton yaitu kuat tekan pengaruh penambahan *admixture* dan variasi merek semen. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai dokumen resmi (data statistik) berupa letak administrasi wilayah studi dan data jenis material untuk campuran beton serta buku-buku/jurnal referensi tentang beton dan pedoman standarisasi beton.

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung dan mencatat hasil-hasil pengujian di laboratorium. Data berupa hasil pengujian kuat tekan beton yaitu kuat tekan berdasarkan pengaruh penambahan *admixture* dan variasi merek semen.

1. Pemeriksaan Bahan perlu dilakukan sebelumnya, bahan-bahan penelitian diperiksa menggunakan cara dan prosedur yang biasa dilakukan. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen (semen Bosowa, semen Tonasa, dan Tiga Roda), Damdex (*admixture*), pasir Pohara dan batu pecah.
2. Pembuatan Benda Uji. Untuk mengetahui Kuat tekan beton yang digunakan dalam penelitian maka perlu dibuat benda uji berupa kubus beton yang dicetak dalam cetakan berukuran (15 x 15 x 15) cm. Total benda uji kubus beton yang digunakan adalah 54 buah yaitu untuk semen merek Tonasa antarlain 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 0%, 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 1%, 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 1,5%, 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 2%, 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 2,5% dan 3 buah benda uji dengan pemberian kadar *admixture* 3% dari berat semen jadi khusus untuk semen Tonasa jumlah sampel yang digunakan adalah 18 buah. Maka total keseluruhan benda uji untuk 3 variasi merek semen (Tonasa, Bosowa, Tiga roda) jumlahnya adalah $18 \times 3 = 54$ buah benda uji.
3. Pengujian Kuat Tekan beton. Untuk mengetahui kuat tekan beton berdasarkan penambahan *admixture* dan variasi merek semen sesuai umur beton yang direncanakan, dilakukan uji kuat tekan terhadap 45 buah sampel benda uji kubus beton (15 x 15 x 15) cm pada umur 28 hari. Pada awal pencetakan benda uji, perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam setelah cetakan dilepas sehari kemudian hal tersebut dikerjakan guna menjamin kelembaban agar dapat mengontrol panas hidrasi yang terjadi. Setelah umur beton mencapai umur yang direncanakan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Pembuatan Benda Uji. Benda uji yang disiapkan adalah berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 54 buah benda uji yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan. Proses penyiapan benda uji tersebut secara rinci adalah sebagai berikut :
 - a) Pemeriksaan alat dan bahan yaitu memeriksa keadaan dan kesiapan alat-alat dan bahan-bahan dalam pembuatan benda uji

- (1). Pemeriksaan alat berupa pemeriksaan cetakan beton, pemeriksaan alat penimbang dan penakar, pemeriksaan alat pencampur beton dan kebersihan cetakan beton (bebas dari kotoran).
 - (2). Pemeriksaan bahan berupa pemeriksaan terhadap ketersediaan jumlah dan jenis bahan-bahan di lokasi penelitian.
 - b) Penimbangan dan penentuan komposisi masing masing bahan penyusun beton sesuai dengan proporsi JMD hasil uji lab yang pernah dilakukan sebelumnya,
 - c) Pencampuran dan pengadukan beton dibuat sedemikian rupa sehingga semua bahan penyusun beton tercampur secara merata.
 - d) pengecoran benda uji yaitu dilakukan secara manual dengan cara menuangkan adukan beton kedalam cetakan yang telah disiapkan sebelumnya dan memadatkannya sedemikian rupa sehingga adukan beton secara keseluruhan mengisi cetakan secara sempurna dan rata.
 - e) pelebelan/penamaan benda uji yaitu memberi label atau nama terhadap masing masing benda uji sesuai dengan variasi perlakuan yang diberikan serta di catat tanggal pembuatannya. Adapun pelebelan/penamaan benda uji pada penelitian ini yaitu :
 - (1). Untuk variasi merek semen yaitu Tonasa diberi simbol **T**, Bosowa diberi simbol **B**, dan Tiga roda diberi simbol **TR**.
 - (2). Untuk variasi kadar *admixture* (damdex) yaitu 0% diberi simbol **0**, 1% diberi simbol **1**, 1.5% diberi simbol **1.5**, 2% diberi simbol **2**, 2.5% diberi simbol **2.5** dan 3% diberi simbol **3**.
 - (3). Untuk urutan benda uji dengan perlakuan yang sama yaitu benda uji pertama diberi simbol **a**, kedua diberi simbol **b**, ketiga diberi simbol **c**
2. Perawatan Benda Uji. Tahapan-tahapan perawatan benda uji yaitu :
- a) Penyimpanan benda uji selama 24 jam
 - b) pembukaan cetakan untuk dilakukan proses perendaman
 - c) Perendaman dilakukan dengan air di tempat / wadah yang dibuat sedemikian rupa sehingga air mampu menutupi seluruh permukaan benda uji. Perendaman benda uji dilakukan selama 28 hari.
3. Pengujian Kuat Tekan Beton
- Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :
- a) Pemeriksaan ketersediaan dan fungsi alat yang akan digunakan yaitu mesin uji kuat tekan beton dan alat penimbang dan penakar
 - b) Pengambilan benda uji kubus beton dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
 - c) Menimbang dan mencatat berat benda uji.
 - d) Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton (*Universal Testing Machine*) berkapasitas 1500 Kn.
 - e) Meletakkan benda uji beton kedalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan benda uji.
 - f) Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap-tiap benda uji.
 - g) Menghitung kuat tekan benda uji dengan rumus :

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan : P = kuat tekan beton (kg/cm²)

F = gaya maksimum dari mesin tekan, (kg)

A = luas permukaan (cm²)

Definisi Operasional

Adapun definisi operasional yang akan dijelaskan adalah sebagai berikut :

1. *Admixture* (bahan tambah) adalah bahan selain air, agregat, semen berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk memodifikasi sifat beton segar, waktu pengerasan, dan kinerja beton saat keras.
2. Damdex adalah cairan yang bewarna kecoklatan yang berfungsi sebagai bahan adiktif dalam campuran mortar atau portland semen (*cement base*)
3. Semen adalah perekat hidraulis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan batu gypsum sebagai bahan tambahan. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah merek semen Tonasa, Bosowa dan Tiga Roda.
4. Umur beton adalah ukuran usia beton setelah campuran tersebut telah mengalami pengerasan baik umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
5. Beton normal yang dimaksudkan dalam penelitian ini yaitu beton yang tidak diberi bahan tambah atau bahan tambahannya adalah 0%.
6. Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Konsep Operasional

Fokus penelitian adalah kuat tekan beton berdasarkan penambahan *admixture* dan variasi merek semen di Kota Kendari, dimana nantinya kita dapat mengetahui perbedaan-perbedaan kuat tekan pada campuran beton sesudah pemberian *admixture* (0%,1%, 1,5%,2%, 2,5% dan 3%) dengan variasi merek semen yang berbeda tetapi faktor penyusun beton yang lain seperti Agregat dan air dibuat komposisinya sama pada tiap perlakuan setelah itu beton di uji kuat tekannya pada umur 28 hari. Sehingga kita dapat menganalisis penambahan *admixture* pada kadar berapakah yang paling besar pengaruhnya/perubahannya pada berbagai merek semen.

4. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Kebutuhan Bahan

Perhitungan akan kebutuhan bahan/material dilakukan sebagai dasar peneliti menyediakan bahan-bahan selama proses penelitian berlangsung hal itu menyebabkan efisiensi dalam pembelian material sehingga tidak ditemukan masalah berupa kekurangan atau bahan material berlebih.

Dari hasil penelitian yang telah lalu yaitu JMD Beton K-300 Pada Proyek Paket CIB Pengaspalan Jalan Kaw.Bay-Pass (Pasar Baru – Swiss Bell Hotel) Sisi Kanan, diketahui kebutuhan bahan material untuk 1m³ beton K-300 dengan berat total 2325 Kg yaitu Semen 416,67 Kg, Air 207,02 Kg, Pasir 592,70 Kg, Batu Pecah 1108,61 Kg.

A. Kebutuhan Bahan Beton

Dimensi Benda Uji (Kubus)

- Panjang 15 cm = 0,15 m
- Lebar 15 cm = 0,15 m
- Tebal 15 cm = 0,15 m

Volume 1 buah Benda Uji

$$\begin{aligned} &= 0,15 \times 0,15 \times 0,15 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah Benda Uji
= 6 variasi kadar *admixture* x 3 buah sampel
= 6 x 3
= 18 buah

Berat 1 buah Benda Uji
= 0,003375 m³ x 2325 Kg/m³
= 7,847 Kg

Semen Tonasa 1 Benda Uji
= Berat semen x Berat 1 buah Benda Uji
Berat total
= $\frac{416,67 \text{ Kg/m}^3}{2325 \text{ Kg/m}^3} \times 7,847 \text{ Kg} + 10\%$
= 1,5469 Kg

Semen Tonasa 18 Benda Uji
= 18 x 1,5469 Kg
= 27,844 Kg

Damdex
= Persen Damdex x Berat Semen Tonasa x 3 Benda Uji

0%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0	Kg
1%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0,0464	Kg
1,5%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0,0696	Kg
2%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0,0928	Kg
2,5%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0,1160	Kg
3%	x 1,5469 Kg	x 3	= 0,1392	Kg
Total Damdex			= 0,4641	Kg

Pasir 1 Benda Uji
= Berat Pasir x Berat 1 buah Benda Uji
Berat total
= $\frac{592,7 \text{ Kg/m}^3}{2325 \text{ Kg/m}^3} \times 7,847 \text{ Kg} + 10\%$
= 2,200 Kg

Pasir 18 Benda Uji
= 18 x 2,200 Kg
= 39,607 Kg

Batu Pecah 1 Benda Uji
= Berat Batu Pecah x Berat 1 buah Benda Uji
Berat total
= $\frac{1108,61 \text{ Kg/m}^3}{2325 \text{ Kg/m}^3} \times 7,847 \text{ Kg} + 10\%$
= 4,116 Kg

Batu Pecah 18 Benda Uji
= 18 x 4,116 Kg
= 74,083 Kg

Air 1 Benda Uji

= Berat Air x Berat 1 buah Benda Uji

Berat total

= $\frac{207,02 \text{ Kg/m}^3}{2325 \text{ Kg/m}^3} \times 7,847 \text{ Kg} + 10\%$

2325 Kg/m³

= 0.766 Kg

Air 18 Benda Uji

= 18 x 0,766 Kg

= 13,834 Kg

B. Perhitungan Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen pada variasi kadar *admixture* (Damdex) pada umur 28 hari dihitung dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai pembebanan yang diberikan saat pengujian kuat tekan beton dimana berdasarkan lampiran 2 nilai pembebanan pada beton dengan kadar Damdex 1% dari benda uji pertama sebesar 81.781 kg .

2. Menghitung tegangan beton (σ) dari masing – masing sampel dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas}}$$

Sehingga tegangan beton benda uji pertama dari semen Tonasa dengan kadar Damdex 1% sebesar :

$$\sigma = \frac{81.781}{15 \times 15}$$
$$= 363,47 \text{ kg/cm}^2$$

Sedangkan untuk benda uji kedua sebesar 360,30 kg / cm² dan untuk benda uji ketiga sebesar 367,10 kg / cm².

3. Menghitung tegangan rata- rata (σ_{bm}) dengan persamaan :

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_b}{n}$$

Sehingga tegangan rata-rata beton pada kadar Damdex 1% untuk umur beton 28 hari dari jenis semen Tonasa adalah :

$$\sigma_{bm} = \frac{363,47 + 360,30 + 367,10}{3}$$

$$= 363,62 \text{ kg / cm}^2$$

4. Menghitung nilai kuadrat dari selisih tegangan beton masing – masing pada kadar Damdex terhadap tegangan rata- rata dengan persamaan :

$$\sigma = (\sigma_b - \sigma_{bm})^2$$

misalnya untuk pada kadar Damdex 1% maka sesuai langkah 2 dan langkah 3 dapat diperoleh nilai kuadrat tegangan yaitu :

$$\sigma = (\sigma_b - \sigma_{bm})^2$$

$$= (363,47 - 363,62)^2$$

$$= 0,02 \text{ kg/cm}^2.$$

Hasil analisis pada variasi kadar Damdex yang lainnya tersaji pada lampiran 2

5. Menghitung standar deviasi (S) dengan persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_b - \sigma_{bm})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{23,14}{3-1}}$$

$$= 3,40 \text{ kg / cm}^2$$

Jadi standar deviasi dari kuat tekan beton pada kadar Damdex 1% untuk merek semen Tonasa pada umur beton 28 hari adalah $3,40 \text{ kg / cm}^2$

6. Menghitung Kuat tekan beton rata – rata (σ_{bk}) dengan persamaan :

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times S$$

Umur (Hari)	Beton Normal	Kadar Admixture (Damdex)
-------------	--------------	--------------------------

$$= 363,62 - 1,64 \times 3,40$$

$$= 358,04 \text{ Kg / cm}^2.$$

Jadi kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari untuk merek semen Tonasa dengan kadar Damdex 1% dari berat semen adalah sebesar $358,04 \text{ Kg / cm}^2$

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Semen Tonasa

Hasil pemeriksaan kuat tekan beton dengan penambahan *admixture* (Damdex) pada merek semen Tonasa dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel tersebut kita dapat melihat adanya peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan kadar *admixture* (Damdex) 1%, 1.5% dan 2% terhadap beton normal, kemudian mengalami penurunan pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) 2,5% dan 3%. Pada gambar 1 kita dapat melihat persentase kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan kadar *admixture* (Damdex) tertinggi yaitu pada kadar 2 % dan yang paling rendah adalah 3%.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Semen Bosowa

Sama seperti pada semen Tonasa, semen Bosowa juga memperlihatkan peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan *admixture* (Damdex) hal itu dapat dilihat pada tabel 2. Namun perbedaannya adalah pada merek semen Bosowa peningkatan kuat tekan beton terjadi pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) 1%, 1.5%, 2% sampai 2.5% dan baru mengalami penurunan pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) 3%. Pada gambar 2 kita dapat melihat persentase kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan kadar *admixture* (Damdex) tertinggi yaitu pada kadar 2.5 % dan yang paling rendah adalah 1%.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Semen Tiga Roda

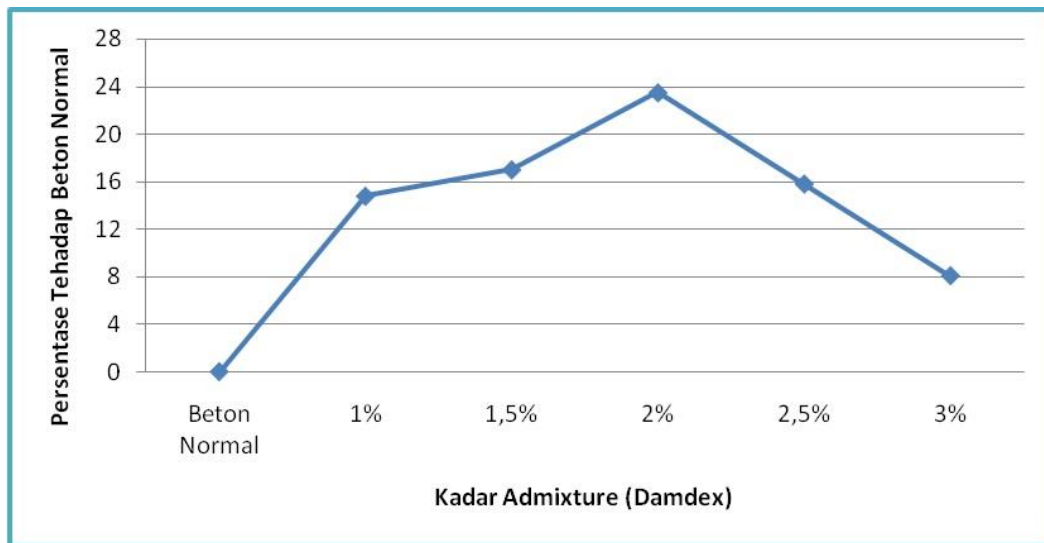
Untuk Merek semen Tiga Roda peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan *admixture* (Damdex) juga terjadi, hal itu dapat dilihat pada tabel 3. Namun perbedaannya adalah pada merek semen Tiga Roda peningkatan kuat tekan beton terjadi pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, sampai 3% dan tidak ditemukan penurunan kuat tekan beton pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) manapun. Pada gambar 3 kita dapat melihat persentase kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan kadar *admixture* (Damdex) tertinggi yaitu pada kadar 3 % dan yang paling rendah adalah 1%.

Perbandingan Persentase Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berbeda Merek

Pada tabel 4 dapat dilihat perbandingan berbagai merek semen berkontribusi terhadap persentase kenaikan kuat tekan beton. Tiap merek semen memperlihatkan hasil yang beragam terhadap penambahan kadar *admixture* (Damdex). Pada semen Tonasa persentase kenaikan kuat tekan beton meningkat 14.8% pada kadar *admixture* (Damdex) 1% dan terus meningkat hingga kadar *admixture* (Damdex) 2%. Lalu mengalami Penurunan

		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
28	311.89 (Kg/Cm ²)	358.04 (Kg/Cm ²)	364.99 (Kg/Cm ²)	385.24 (Kg/Cm ²)	361.25 (Kg/Cm ²)	337.14 (Kg/Cm ²)
Persentase Terhadap Beton Normal (%)	0	14.8	17.03	23.52	15.83	8.1

Tabel 1. Perbandingan Rata-rata Kuat Tekan Beton pada Umur 28 hari pada semen Tonasa.
Sumber : Hasil Analisis Data, 2018

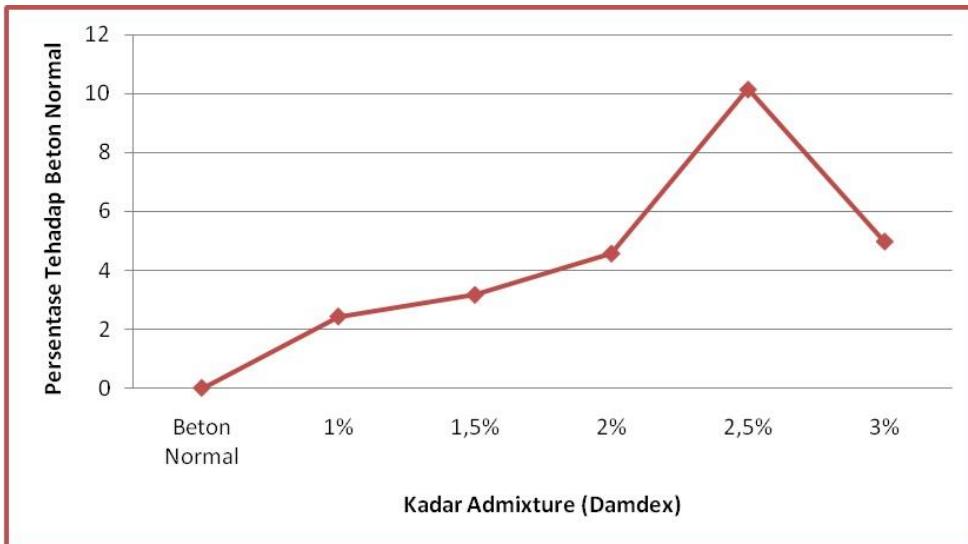


Gambar. 1 Perbandingan Persentase Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) pada semen Tonasa

Tabel 2. Perbandingan Rata-rata Kuat Tekan Beton pada Umur 28 hari pada semen Bosowa

Umur (Hari)	Beton Normal	Kadar Admixture (Damdex)				
		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
28	306.86 (Kg/Cm ²)	314.31 (Kg/Cm ²)	316.57 (Kg/Cm ²)	320.88 (Kg/Cm ²)	338 (Kg/Cm ²)	322.14 (Kg/Cm ²)
Persentase Terhadap Beton Normal (%)	0	2.43	3.16	4.57	10.15	4.98

Sumber : Hasil Analisis Data, 2018

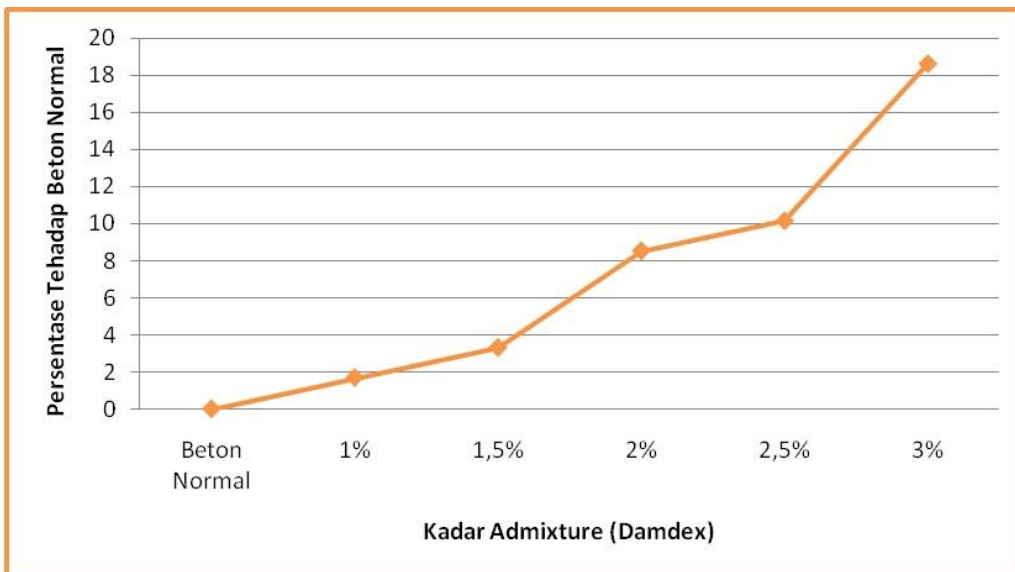


Gambar 2. Perbandingan Persentase Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) Pada Semen Bosowa.

Tabel 3. Perbandingan Rata-rata Kuat Tekan Beton pada Umur 28 hari pada semen Tiga Roda

Umur (Hari)	Beton Normal	Kadar Admixture (Damdex)				
		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
28	298.77 (Kg/Cm ²)	303.81 (Kg/Cm ²)	308.65 (Kg/Cm ²)	324.21 (Kg/Cm ²)	329.05 (Kg/Cm ²)	354.35 (Kg/Cm ²)
Persentase Terhadap Beton Normal (%)	0	1.69	3.31	8.51	10.13	18.6

Sumber : Hasil Analisis Data, 2018

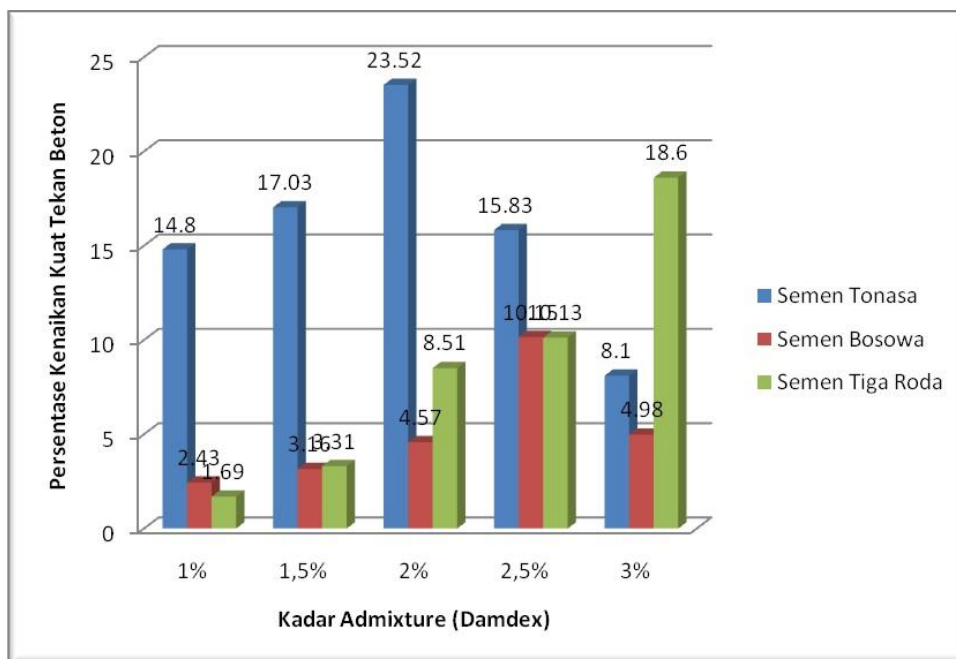


Gambar 3. Perbandingan Persentase Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) pada Semen Tiga Roda.

Tabel 4. Perbandingan Persentase Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) pada Semen Berbagai Merek

Merek Semen	Beton Normal	Kadar Admixture (Damdex)				
		1%	1.5%	2%	2,5%	3%
Semen Tonasa	0	14.8	17.03	23.52	15.83	8.1
Semen Bosowa	0	2.43	3.16	4.57	10.15	4.98
Semen Tiga Roda	0	1.69	3.31	8.51	10.13	18.6

Sumber : Hasil Analisis Data, 2018



Gambar. 4. Perbandingan Persentase Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) pada Semen Berbagai Merek

hingga 15.83 % dan 8.1% pada kadar 2.5% dan 3%. Sedangkan pada semen Bosowa dan Tiga Roda memiliki persentase kenaikan yang jauh berbeda dengan semen Tonasa pada kadar *admixture* (Damdex) 1% sampai 3%. Peningkatan persentase kenaikan kuat tekan beton semen Bosowa 2.43 % pada kadar *admixture* (Damdex) 1% dan semen Tiga Roda 1.69%. Kemudian kedua merek semen ini memiliki persentase kenaikan kuat tekan beton yang sama pada kadar *admixture* (Damdex) 1.5% dan 2.5%. Perbedaan diantara kedua merek semen ini dapat dilihat pada kadar *admixture* (Damdex) 2% dan 3%. Semen Bosowa memperlihatkan persentase kuat tekan beton 4.57% sedangkan semen Tiga Roda justru mengalami peningkatan hingga 8.51%. Pada kadar *admixture* (Damdex) 3% semen Bosowa memiliki persentase kuat tekan beton 4.98% sedangkan Tonasa 18,6%. Pada gambar 4 dapat dilihat variasi persentase kenaikan kuat tekan beton pada berbagai merek semen. Setiap merek semen memiliki persentase kenaikan kuat tekan beton maksimal pada penambahan kadar *admixture* (Damdex) yang berbeda beda. Pada semen Tonasa persentase kenaikan kuat tekan beton maksimal pada kadar *admixture* (Damdex) 2%, sedangkan

persentase kenaikan kuat tekan beton minimal pada kadar *admixture* 3%. Walaupun persentase kenaikan kuat tekan beton minimal pada kadar *admixture* 3% pada Semen Tonasa, namun nilai tersebut yaitu 8,1% tidak lebih rendah dari salah satu jenis merek semen lain yaitu semen Bosowa dengan nilai 4,98%. Pada semen Bosowa persentase kenaikan kuat tekan beton maksimal pada kadar *admixture* (Damdex) 2,5%, sedangkan persentase kenaikan kuat tekan beton minimal pada kadar *admixture* 1%. Pada semen Tiga Roda persentase kenaikan kuat tekan beton maksimal pada kadar *admixture* (Damdex) 3%, sedangkan persentase kenaikan kuat tekan beton minimal pada kadar *admixture* 1%.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah ditambahkan Damdex, hal ini sejalan dengan fungsi Damdex untuk meningkatkan kuat tekan beton. Selain itu fungsi lain Damdex ketika dicampur dengan semen adalah meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas, meningkatkan kuat lekat campuran mortar/semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar/semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet (Khairunnisa, 2016).

Semen yang memiliki peningkatan kuat tekan beton terbaik adalah semen Tonasa hal ini disebabkan karena semua produk PT Semen Tonasa telah lulus uji SNI, bahkan semua jenis produk PT Semen Tonasa memiliki kualitas diatas persyaratan SNI, antara lain : MgO (Magnesium Oksida), persyaratan SNI < 0,6% sedangkan Semen Tonasa 0,89%. Jika kandungan MgO lebih dari 5% akan menimbulkan retak dan keruntuhan bangunan. Pemuaian, persyaratan SNI < 0,8% sedangkan Semen Tonasa hanya 0,04% (kecil sekali pemuaiannya). Pemuaian yang besar akan menyebabkan bangunan retak. Kuat tekan, baik dari pengujian 3, 7 dan 28 hari berdasarkan standar SNI, maka hasil uji produk Semen Tonasa rata-rata mencapai 160% dari persyaratan (jauh di atas persyaratan). (Semen Tonasa, 2018).

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka kesimpulan yang dapat dikemukakan pada penelitian ini adalah :

1. Merek semen Tonasa mengalami kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan *admixture* (Damdex) tertinggi pada kadar *admixture* 2 % yaitu mencapai kuat tekan 385,24 Kg/cm² atau mengalami kenaikan sebesar 23,52% dari kuat tekan beton normal yaitu 311,89 Kg/cm².
2. Merek semen Bosowa mengalami kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan *admixture* (Damdex) tertinggi pada kadar *admixture* 2.5 % yaitu mencapai kuat tekan 338,00 Kg/cm² atau mengalami kenaikan sebesar 10,15% dari kuat tekan beton normal yaitu 306,86 Kg/cm².
3. Merek semen Tiga Roda mengalami kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan *admixture* (Damdex) tertinggi pada kadar *admixture* 3 % yaitu mencapai kuat tekan 354,35 Kg/cm² atau mengalami kenaikan sebesar 18,60% dari kuat tekan beton normal yaitu 298,77 Kg/cm².
4. Dari ketiga merek semen, merek semen Tonasa yang memiliki kenaikan Kuat Tekan Beton terhadap penambahan *Admixture* (Damdex) tertinggi pada hampir setiap kadar *admixture* kecuali pada kadar penambahan *admixture* (Damdex) 3% dimana yang paling tinggi persentase kenaikan kuat tekannya yaitu pada semen merek Tiga Roda.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulisan artikel ini tentu membutuhkan pemikiran dan waktu dalam penyusunannya. Kami menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat memberikan bantuan, terutama sumbangsih pemikiran yang konstruktif. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi membantu penulisan artikel ini khususnya kepada Bapak Dr. Irwan Lakawa, ST., M.Si dan Bapak Sulaiman, ST.M.PW. Semoga Tuhan selalu melimpahkan karunianya kepada kita semua.

REFERENSI

- Action Contre La Faim (ACF)., 2008, *Design, Sizing, Construction and Maintenance of Gravity-Fed System in Rural Areas*, ACF.
- Adnyana, I.B.R., 2010, Perbedaan Kuat Tekan Beton Menggunakan Dua Jenis Semen, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 14 (2).
- Ahmad., C., 2014, Tinjauan Pemanfaatan Trass sebagai Bahan Pengganti sebagian semen Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal PPKM II Universitas Sains Al-Qur'an*. Wonosobo.
- Anonim., 2018, Produk Semen Tiga Roda, <https://www.sementigaroda.com/>, Disadur pada 25/02/2018.
- Anonim., 2018, Profil Perusahaan PT. Semen Tonasa, <http://sementonasa.co.id/>, Disadur pada 25/02/2018.
- Anonim., 2018, Sejarah dan Jejak Langkah Bosowa, <http://www.bosowa.co.id/>, Disadur pada 25/02/2018.
- Aprilianti, S., 2012, Analisis Pengaruh Beton dengan Bahan *Admixture* Naphtalene dan Polycarboxilate terhadap Kuat Tekan Beton Normal, *Jurnal Konstruksia* 3 (2).
- Azhar, G., 2010, Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Karakteristik Beton, *Jurnal Universitas Galu*, Ciamis.
- Damdex., 2008, Deskripsi Produk Damdex Pencampur Semen <http://www.damdexindonesia.com/id/products/detail/11/damdex>. Disadur pada 25/02/2018.
- Dumyati, A., 2015, Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Fropil* 3 (1).
- Ismail, M., 2016, Pengaruh Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Jenis Semen Di Kota Kendari. Skripsi, Universitas Sulawesi Tenggara, Kendari.
- Khairunnisa, N., 2016, Pengaruh Penambahan Damdex (*WaterProofing*) pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton, Skripsi. Universitas Medan Area. Medan.
- Kompasiana., 2017, Konsep dan Strategi Pembangunan Jokowi https://www.kompasiana.com/swadharna2/bab-2-konsep-dan-strategi-pembangunan-jokowi-bersambung_56518e766f7a61f204e13301, Disadur pada 12/02/2018. 08.00 pm
- Kourd, A.A., Hammad, A.H., 2010, *Cement and Concrete Technology*, *Islamic University of Gaza*.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2006, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Neville, A.M., Brooks, J.J., 201., *Concrete Technology*, *Pearson Education Limited, England*.
- Nurmaedah., 2017, Penggunaan Bahan Tambah Damdex (*Waterproofing*) pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal ARBITEK*.
- Tanubrata, M., 2015, Bahan - bahan Dalam Konteks Teknik Sipil. *Jurnal Teknik Sipil* 11 (2): 76-16.
- Taufik., 2015. Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Beton Kedalam Campuran Beton k 175, *Biltek* 4 (23).
- Rahmat, Hendriyani, I., Anwar, M.S., 2016, Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture*, *Info Teknik* 17 (2):205-218.
- Rais, A., 2007, Pengaruh Air Payau Terhadap *Beton* Yang Memakai Semen Padang di Kota Padang Sumatera Barat, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana Universitas, Sumatera Utara, Medan.

- Samekto, W., Rahmadiyanto, C., 2001, *Teknologi Beton*, Kanisius, Yogyakarta.
- SNI 03-2384-2000., *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI-03-1750-1990., *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*, Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2847-2002., *Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 15-2049-2004., *Semen Portland*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Syarif, A., Setyawan, C., Farida, I., 2016, *Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah*, *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*.
- Tanubrata, M., 2015, *Bahan – bahan Konstruksi dalam Konteks Teknik Sipil*, *Jurnal Teknik Sipil* 11 (2); 76-168.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga.
- Wang, C. W., 1993, *Desain Beton Bertulang*, Jilid I, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.