

ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *REDUCED WATER* DAN *ACCELERATED ADMIXTURE*

Rahmat¹, Irna Hendriyani², Moh. Syaiful Anwar³
^{1,2,3}Program Studi Tekni Sipil Universitas Balikpapan
E-mail : rhtrusli@gmail.com

ABSTRACT

Concrete consist of: cement mortar, coarse aggregate, fine aggregate, water, and additive materials. The main ingredient in manufacturing of concrete: rock material that called as aggregates. Aggregate has an important role on the quality of the concrete. Various types and trademarks for admixture of concrete that can be used as additive of the concrete mix with specific purpose. The study aims to determine the effect of the added material of Reduced Water and Accelerated Admixture (Bestmittel) on compressive strength of concrete.

The research was conducted in four variations with compressive strength of 25 MPa. One of each variation consists of nine cylinders with length of 30 cm and diameter of 15 cm. Concrete mix with added material Reduced Water and Accelerated Admixture (Bestmittel) in testing at the age of 7 days, 14 days and 28 days, with a variation of 0.2%, 0.4% and 0.6% with 9 samples one of each them. One is normal concrete cylindrical specimen as comparison.

The research show by adding Reduced Water and Accelerated Admixture (Bestmittel) by 0.2%, 0.4% and 0.6% by weight of cement and water will (1) increase the workability and (2) increase of average compressive strength of normal concrete (0,2% for 25.61 Mpa; 0,4% for 27.66 Mpa; 0,4% for 29.50 Mpa; and 0,6% for 31.44 Mpa).

Keywords : Reduced Water and Accelerated Admixture (Bestmittel), compressive strength.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada Struktur bangunan. Bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai bahan konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana transportasi dan bangunan-bangunan yang lainnya. Dalam beberapa kasus, campuran beton memerlukan bahan tambah untuk menunjang *performancenya*. Tujuan pemberian bahan tambah adalah untuk mengubah satu atau lebih dari sifat beton, sewaktu dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Misalnya untuk mempercepat pengerasan, meningkatkan *workability*, menambah

kuat tekan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, dan sebagainya.

Adanya tuntutan waktu terhadap *progress* pelaksanaan proyek sering kali memaksa agar beton dapat menunjukkan performance optimalnya di waktu lebih cepat dari waktu yang dibutuhkan beton normal. Karenanya diperlukan suatu bahan tambah yang dapat membantu proses tersebut. *Bestmittel* merupakan bahan tambah yang dapat membantu beton meningkatkan performancenya pada waktu yang lebih cepat. Berdasarkan bahan *Admixture Bestmittel* berdasarkan ASTM C 494-81 termasuk golongan type E *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* terhadap campuran beton, dan mengetahui berapa persen jumlah optimum bahan tambah *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* yang ditambahkan untuk mencapai kuat tekan maksimum beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah suatu hasil pencampuran dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan, yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat disebut kasar apabila ukurannya melebihi 5 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya disintergrasi beton. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir, ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 sampai no.100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, dan bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standart

analisis saringan dari ASTM (*Amerika Society of Testing Materials*) (Nawy, 1990). Semen merupakan pengisi pori-pori antara butiran-butiran agregat halus dan agregat kasar juga berfungsi sebagai perekat dalam proses pengerasan, sehingga butiran agregat saling terikat dengan kuat dan padat. Didalam campuran beton air mempunyai fungsi sebagai pelancar campuran agregat dan semen agar memudahkan pengadukan dan pencetakan. Pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan (Murdock, 1986). Beton yang banyak digunakan saat ini adalah beton normal. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ (Susilorini, dkk, 2009) dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah dan yang tidak menggunakan bahan tambahan (*admixture*).

Penambahan bahan tambah akan mempengaruhi kemudahan pengerjaan dan tanpa harus mengurangi tingkat kekuatan kuat tekan rencananya. Beton yang menggunakan bahan tambah biasanya dapat dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat dihilangkan/dikurangi, selain itu juga beton dapat lebih homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan serta dapat ditetarkan tanpa harus terjadi segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utama dan dapat mengalir kedalam cetakan di sekitar tulangan.

2.2 Bahan Penyusun Beton

Beton memiliki bentuk yang dapat padat dan keras. Berikut adalah bahan-bahan yang dipakai untuk menyusun beton, yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen Portland atau semen Portland pozzolan, berupa semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai tambahan. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di samping itu semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10% saja

dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu di pelajari maupun dikontrol secara ilmiah sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

2. Agregat

Menurut SK SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton. Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi :

- a. Agregat halus diameter 0,063-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi pasir halus (diameter 0,063-1 mm) dan pasir kasar (diameter 1-5 mm).
- b. Agregat kasar diameter > 5mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm disebut kerikil.

Untuk mencapai kekuatan beton yang baik perlu diperhatikan kepadatannya dan kekerasan massa agregat, karena pada umumnya semakin padat dan keras suatu agregat dapat menambah tinggi kekuatan dan durabilitasnya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Sehingga bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung lumpur. Diameter atau material organik ini adalah kurang dari 0,063 mm. Bila banyaknya lumpur atau material organik ini dikandung dalam agregat lebih besar dari 1% berat kering, agregat tersebut harus dicuci

3. Air

Air merupakan komponen penting dari campuran beton yang memegang peranan penting dalam bereaksi dengan semen dan mendukung terbentuknya kekuatan pasta semen. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran beton menjadi keras setelah melewati waktu tertentu.

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, syarat-syarat tersebut menurut (Subakti, 1995) adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, juga zat organik dan bahan-bahan yang dapat merusak bahan yang lainnya.
 - b. Air yang digunakan tidak boleh mengandung sejumlah ion klorida.
 - c. Air yang digunakan adalah air tawar yang dapat diminum.
4. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu *additive* dan *admixture*.

Bahan Tambah (*Additive*) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah *additive* yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah *bleending*, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah *additive* yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan *additive* dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis *additive* adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Adapun keuntungan penggunaan *additive* adalah (Mulyono T,2003) adalah dapat memperbaiki *workability* beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan.

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan atau material selain air, semen dan agregat ditambahkan ke dalam beton selama pengadukan. *Admixture* digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton.

Tujuan penggunaan *admixture* pada beton segar adalah untuk memperbaiki *workability* beton, mengatur faktor air semen pada beton segar, mengatur waktu pengikatan aduk beton, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan sifat kedap air pada beton keras, dan meningkatkan sifat tahan

lama pada beton keras termasuk terhadap zat-zat kimia dan tahan terhadap gesekan.

Ketentuan dan syarat mutu bahan tambah *admixture* sesuai dengan ASTM C 494-81 “*Standard Specification For Chemical Admixture For Concrete*”. Defenisi tipe dan jenis bahan tambah kimia tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Tipe A, *Water Reducing Admixture*. Adalah bahan tambah yang bersifat mengurangi jumlah air pencampuran beton untuk menghasilkan beton yang konsentitasnya tertentu.
2. Tipe B, *Retarding Admixture*. Adalah bahan tambahan yang berfungsi yang menghambat pengikatan beton.
3. Tipe C, *Accelerating Admixture*. Adalah bahan tambahan berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D, *Water Reducing And Retarding Admixture*. Adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.
5. Tipe E, *Water Reducing And Accelerating Admixture*. Adalah bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton.
6. Tipe F, *Water Reducing And High Range Admixture*. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%.
7. Tipe G, *Water Reducing, High Range and Retarding Admixture*. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12% atau lebih dan juga menghambat pengikatan beton.

2.3 Bestmittel

Bestmittel merupakan bahan tambah kimia berbahan dasar *Lignin Sulfonic Acid* yang sesuai dengan ASTM-C 494-81 “*Standart Specification For Chemical Admixture For Concrete*”. *Bestmittel* termasuk jenis bahan tambah kimia Tipe E, *Water Reducing* dan *Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton. *Bestmittel* merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton.

Bestmittel sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton cepat mengeras pada usia awal (7 – 10 hari) serta meningkatkan mutu/kekuatan beton 5% - 10%. Umumnya 1 kg *Bestmittel* digunakan untuk 200 kg – 450 kg semen (0,2% - 0,6% × berat semen). *Bestmittel* memiliki keunggulan untuk mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat, dan mengurangi pemakaian air 5% - 20% sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

2.4 Kuat Tekan Beton

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban terhadap luas penampang beton (Susilorini dkk, 2009).

Menurut Susilorini dan Suwarno (2009) faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain :

1. Faktor Air Semen dan Kepadatan

Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton diusulkan oleh Duff Abram, 1919 dalam (Susilorini dan Suwarno, 2009) sebagai berikut

$$f'c = \frac{A}{B^{1,5x}}$$

dimana :

$f'c$: Kuat tekan beton (MPa)

X : f.a.s

A,B : Konstanta

Dari rumus diatas, dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai faktor air semen maka akan semakin tinggi kuat tekan betonnya.

2. Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, Semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.

3. Jumlah Semen

Jika nilai *slump* sama (nilai faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jika nilai *slump* sama dan jumlah air juga hampir sama maka mempengaruhi penambahan semen hal ini berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan betonnya.

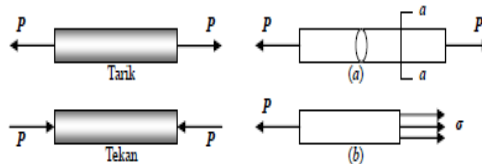
4. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus dan kasar berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Sedangkan ukuran maksimum agregat akan mempengaruhi kuat tekan betonnya.

2.5 Tegangan Pada Beton

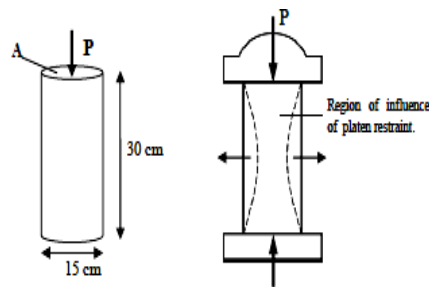
Tegangan didefinisikan sebagai tahanan terhadap gaya-gaya luar. Intensitas gaya yaitu gaya persatuan luas disebut tegangan dan diberi notasi “ σ ” (*sigma*). Gaya P yang bekerja tegak lurus (normal) pada penampang melintang a-a secara

actual merupakan resultan distribusi gaya-gaya yang bekerja pada penampang melintang dengan arah normal.



Gambar 1 Tegangan normal (*normal stress*) pada batang

Dengan mengansumsikan bahwa tegangan terbagi terbagi rata di seluruh penampang, dapat dilihat bahwa resultannya harus sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang (A).



Gambar 2 Arah tegangan normal (*normal stress*) dan pola retak pada silinder

Dengan demikian didapatkan rumus :

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

dimana :

- A : Luas penampang (cm²)
- P : Beban maksimum (kg)
- σ : Kuat Tekan (kg/cm²)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan. Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan bahan dan alat,

perencanaan campuran, uji pendahuluan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan, perhitungan (analisa data) hasil pengujian.

Bahan yang digunakan adalah:

Semen : semen tipe I merk Gresik

Agregat halus : pasir Palu

Agregat kasar : kerikil Palu

Air : PDAM

Bahan tambah : Bestmittle

Pelaksanaan penelitian meliputi hal-hal sebagai berikut :

1) Pemeriksaan Bahan

Tahapan pemeriksaan bahan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan agregat halus.
- b. Pemeriksaan semen.
- c. Pemeriksaan agregat kasar.
- d. Pemeriksaan air.
- e. Pemeriksaan bahan tambah.

2) Perencanaan Campuran Beton

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah bagian dari masing-masing bahan. Pada penelitian ini, perencanaan campuran beton sesuai dengan SK SNI-T-1991-03.

3) Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini adalah benda uji bentuk Silinder dengan ukuran $\phi 15$ cm dan $t = 30$ cm. Benda uji yang dibuat ada 3 variasi, yaitu menggunakan campuran bestmittel sebanyak 0,2%; 0,4% dan 0,6% dari berat semen.

4) Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji dilepas dari cetakan agar kelembaban beton tersebut terjaga dengan baik. Hal ini dimaksudkan agar proses pengikatan atau pengerasan dapat berlangsung secara optimal sehingga dapat meminimalkan adanya retak-retak. Adapun cara melakukan perawatan benda uji adalah dengan merendam benda uji silinder di dalam bak perawatan.

Pada prinsipnya perawatan adalah mencegah pengeringan yang bisa menyebabkan kekurangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan beton atau mengurangi kebutuhan air selama proses hidrasi semen.

5) Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk menentukan kuat tekan beton berbentuk silinder beton. Kuat tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Bahan dan Perencanaan Campuran Beton

Kuat tekan beton yang direncanakan dalam penelitian adalah f_c 25. Berikut adalah pengujian bahan material dan rancangan campuran beton yang digunakan.

Tabel 1 Pengujian Bahan

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Masuk	Spesifikasi
1.	Kadar Air		
	Agregat Kasar	3.927	SNI 03-1971-1990
Agregat Halus	4.669		
2.	Berat Volume Agregat Kasar		SNI 03-1971-1990
	Lepas	1.316	
	Goyangan	1.431	
	Padatan	1.515	
	Berat Volume Agregat Halus		SNI 03-1971-1990
	Lepas	1.204	
Goyangan	1.413		
Padatan	1.57		
4.	Analisa Saringan		SNI 03 – 2834 – 2000
	Agregat Kasar	Gradasi 3	
	Agregat Halus	Gradasi 1	
5.	Absorpsi / Penyerapan		ASTM C – 127
	Agregat Kasar	1.046	
	Agregat Halus	1.883	
6.	Kadar Lumpur		SK-SNI,M-09-1989-F
	Agregat Kasar	2.45	
	Agregat Halus	3.30	
7.	Abrasi		SK-SNI,2417-2008
	Agregat Kasar	13,84%	

(Sumber : Hasil Pengujian)

Tabel 2 Rancangan Campuran Beton

No.	Uraian	Volume/Satuan	Keterangan
1	Kuat Tekan Karakteristik	25 Mpa	Ditetapkan
2	Deviasi Standar	1,16 Mpa	Tabel
3	Nilai Tambah/Margin	1,9 Mpa	$1,64 \times (2)$
4	Kuat Tekan rata-rata	27 Mpa	$(1) + (3)$
5	Jenis Semen	Tipe 1	Ditetapkan
6	Agregat Kasar	Batu pecah Palu	Ditetapkan
7	Agregat Halus	Pasir alami Palu	Ditetapkan
8	Faktor Air Semen Bebas	0,52	Grafik
9	Faktor Air Semen Maksimum	0,6	Tabel
10	Slump test	7,5 – 15 Cm	Dari Tabel
11	Agregat Maksimum	20 Mm	Ditetapkan
12	Kadar Air Bebas	225 Kg/m ³	Tabel
13	Kadar Semen	325 Kg/m ³	Perhitungan
14	Kadar Semen digunakan	325 Kg/m ³	$(12) / (8)$
15	Persen Agregat Halus	42 %	Grafik
16	Berat Jenis Agregat	1.860 Kg/m ³	Perhitungan
17	Berat Jenis Beton	2.310 Kg/m ³	Perhitungan
18	Kadar Agregat Gabungan	1.078,8 Kg/m ³	Perhitungan
19	Kadar Agregat Halus	781,2 Kg/m ³	Perhitungan
20	Kadar Agregat Kasar	1.078,8 Kg/m ³	Perhitungan

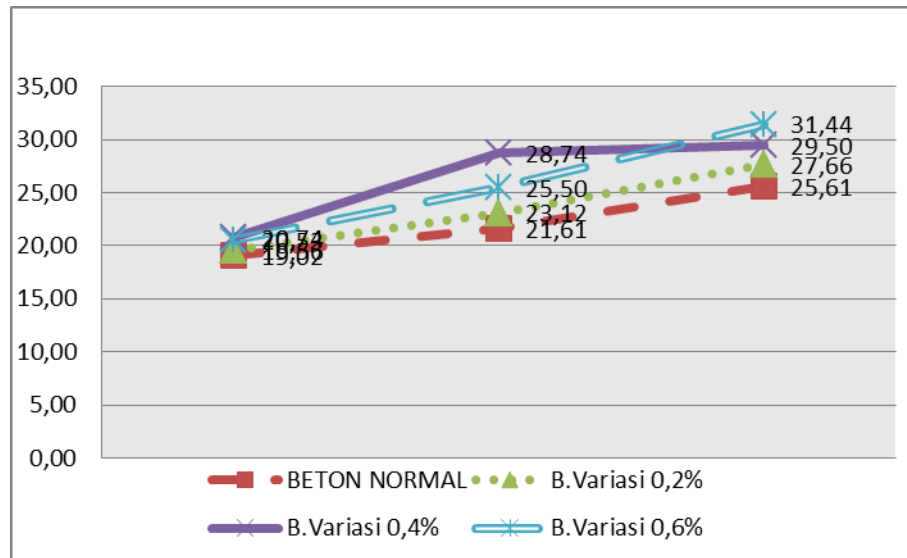
(Sumber : Hasil analisis)

4.2 Pengujian Kuat Tekan

Tabel 3 Rata-rata Hasil Kuat Tekan Beton Normal dan Beton dengan Bahan Tambah

Variasi Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Beton Normal	19,02	21,61	25,61
0,2%	19,56	23,12	27,66
0,4%	20,74	28,74	29,50
0,6%	20,53	25,50	31,44

(Sumber : Hasil analisis)



Gambar 3. Kuat Tekan rata-Rata Beton Variasi

Dari grafik di atas kuat tekan beton di umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton di umur 14 hari. Tetapi sesuai dengan tujuan penggunaan *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* yaitu untuk mempercepat usia beton maka disimpulkan penggunaan *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture* yang baik yaitu di umur 14 hari dengan campuran 0,4%. Karena dengan campuran 0,4% beton mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 28,74 MPa sedangkan ketika ditambahkan sebesar 0,6% kuat tekan beton mengalami penurunan menjadi 25,50 MPa.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kuat tekan beton variasi yang terendah adalah kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah sebesar 0,2% yaitu 27,66 MPa dan kuat tekan tertinggi adalah kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah sebesar 0,6% yaitu 31,44 MPa.

Dengan menambahkan bahan *additive bestmittel* sebesar 0,2%, 0,4%, dan 0,6% berat semen dan air, selain meningkatkan kuat tekannya dapat mempercepat proses pengerasan beton dan bisa dicapai pada umur beton 7 hari hal ini sangat bermanfaat untuk pekerjaan konstruksi dengan jadwal yang ketat.

Dari perbandingan kuat tekan beton dapat dilihat bahwa pada umur perawatan 7 dan 14 hari kuat tekan beton dengan bahan tambah larutan sebesar 0,2%, 0,4%, dan 0,6% dari berat semen lebih besar dibandingkan dengan beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus Situmorang, 2013, **Analisis Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Terhadap Gaya Geser Balok**, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, **SNI 2417 2008 Tentang Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles**, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002 **SNI-03-2461-1991/2002 tentang Parameter Pemeriksaan Agregat Kasar**, Jakarta.
- Daniel Charles Biru, Rr. Vera Windya K.I, 2009, **Kinerja Kuat Tekan Mortar dan Beton dengan Bahan Tambah Larutan Tebu Pada Umur 28, 56, 84 Hari**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- J.Francis Young dan David Darwin, 2003, **Kurva Stress-strain Tipikal Untuk Agregat, Pasta Semen, Mortar, dan Beton**, Concrete, Sydney Mindess.
- Politeknik Negeri Jakarta, 2010, **Teknologi Bahan I**, Program SP-4 Jurusan Teknik Sipil, , Jakarta.
- Ratni Nurwidayati, 1998, **Pengaruh Kekasaran Permukaan Agregat Kasar Pada Beton dengan Sistem Grouting**, Tesis, Program Studi Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung.
- Rizki Wulan Aprilia, Novian Maulana Pramana P, 2009, **Kuat Tekan Mortar dan Beton dengan Bahan Tambah Gula Pasir yang Berumur 28, 56, 84 Hari**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Rony Ardiansyah, Ir., MT, IP-U, **Bentuk Agregat Mempengaruhi Mutu Beton**, Academia.edu
- Tri Mulyono, 2003, **Teknologi Beton**, ANDY, Yogyakarta.
- W.C. Vis, Gideon H. Kusuma, 1993, **Dasar-Dasar Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03**, Erlangga, Jakarta.