



Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan pada Campuran Beton Non Pasir dengan Penambahan Baking Powder

Nurmaidah, Amsuardiman, Afriansyah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area, Indonesia

E-mail: nurmaidah@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan manusia akan bahan bangunan yang efisien, ekonomis dan mudah dalam pengerjaan, memicu penelitian dalam hal tersebut, salah satunya ialah beton, selai sebagai konstruksi bangunan beton juga berguna bagi konstruksi jalan raya yaitu rigid, dinding penahan, dan juga berguna untuk non struktural seperti dinding pemisah atau dinding isolasi dan dinding parit. Pada proses pembuatan bahan konstruksi banyak berbagai macam jenis dari semen, mulai dari portland tipe I, II dan III, semua jenis ini dimaksudkan memiliki fungsinya masing-masing, namun kembali lagi kebutuhan akan beton yang efisien, ekonomis dan workability lebih dicari. Untuk itu, banyak hal yang telah dilakukan dalam rangka mencari alternatif lain namun juga memikirkan efek lingkungan yang tidak berdampak negatif terhadap alam, salah satunya dengan cara mengurangi penggunaan pasir yang menghasilkan produk baru dari beton yang dikenal sebagai Beton Non pasir, dalam hal ini peneliti mencoba mengaplikasikan penggunaan campuran beton non pasir dengan penambahan baking powder dan faktor air semen yang lebih diperbesar yaitu 0,5 dengan maksud tidak mengurangi volume beton pada umumnya. Pada penelitian ini Baking Powder (Natrium Bikarbonat) dicampurkan dengan adonan beton dengan variasi 0%, 0,5 %, 1 %, dan 1,5 %, kemudian beton non pasir campuran baking powder akan diuji kuat tekan dan kenaikan volumenya.

Kata Kunci : Beton nonpasir; Baking powder(Natrium Bikarbonat); Kuat tekan; Volume

Abstract

The human need for building materials efisien, economical and easy in execution, led to investigation in that regard, one of which is concrete, jam as the construction of concrete buildings also for highway construction is rigid, retaining walls, and is also useful for non-structural like wall dividers or wall insulation and the wall of the trench. In the process of making construction materials many various types of cement, ranging from portland type, I, II and III, all of this type are intended to have their respective functions, but again the need for concrete that efisien, economical and workability more sought after, To that end, much has been done in order to find and alternative but equally mindful of enviromental effects that do not have a negative impact on nature, one way to reduce the use of sand that produces a new product of concrete known as concrete mixture with the addition of baking powder and cement water factor of 0.5 is more magnified with the intention of not reducing the volume of concrete in general. In this study, baking powder (Sodium Bikarbonate) were mixed with a mixture of concrete with a variation of 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and non sand concrete mix baking powder will be tested compressive strenght and increase in volume.

Keywords : Baking Powder(sodium bicarbonate); Concrete non sand; Compressive Strength, Volume.

How to Cite : Nurmaidah, Amsuardiman, Afriansyah, (2017), Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan pada Campuran Beton Non Pasir dengan Penambahan Baking Powder, *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1 (1): Hal 1-10.

PENDAHULUAN

Kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang industri konstruksi semakin pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan. Kebutuhan fasilitas perumahan, perhubungan dan industri juga berdampak pada peningkatan kebutuhan bahan-bahan pendukungnya. Salah satu produk yang meningkat tajam adalah beton.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Seiring dengan pesatnya pembangunan di Indonesia, dimana aspek lingkungan harus diperhatikan dengan baik kelestariannya termasuk dalam hal penggunaan pasir yang juga merupakan sumber daya alam yang sebaiknya dibatasi penggunaannya. Teknologi beton yang modern saat ini memungkinkan penggunaan bahan-bahan yang berasal dari alam dapat dibatasi, dan disisi lain bahan adiktif dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk bahan dasar pembentukan beton.

Permasalahan utama yang akan diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan baking powder sebagai bahan tambahan pada campuran beton non pasir terhadap kenaikan volume beton dan kuat tekan beton itu sendiri.

Dalam proses penelitian yang dilakukan dapat menjadi acuan. Dan mengetahui urutan manakah yang terlebih dahulu digunakan pada saat pelaksanaan di proyek dan dilapangan kerja. Maka untuk mendapatkan sasaran penelitian yang optimal penulis membatasi ruang lingkup tugas akhir ini sebagai berikut:

a. Karakteristik yang diteliti adalah kenaikan volume dan kuat tekan beton.

b. Beton yang diteliti ialah beton non pasir dengan campuran baking powder (natrium bikarbonat).

c. Persentase penggunaan baking powder divariasikan dalam beberapa macam, yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%.

d. Untuk pengujian kuat tekan beton akan dibuat benda uji kubus sebanyak masing-masing 10 benda uji.

e. Untuk baking powder sendiri kita dapatkan dari toko penyedia bahan kue.

Beton non pasir dengan bahan tambahan baking powder bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan baking powder terhadap kenaikan volume dan kuat tekan beton ditinjau dari:

a. Untuk mengetahui kekuatan dan kenaikan volume beton.

b. Untuk mengetahui jumlah penambahan baking powder pada campuran beton yang dapat menghasilkan beban maksimum kuat tekan beton dan seberapa besar kenaikan volume beton.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai alternatif baru pembuatan beton non pasir dengan menggunakan baking powder sebagai bahan tambahan pada campuran beton non pasir dan mampu menghasilkan beton yang ringan.

Untuk lebih mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan sekaligus dapat memperkecil kendala-kendala dalam pelaksanaannya. Maka diperlukan metodologi penelitian pengumpulan data (sample) dilakukan dengan melakukan survey dan penyediaan bahan baku, pengujian bahan baku, rancangan campuran (Mix Design), pembuatan benda uji (kubus), pemeliharaan, dan pengujian kuat tekan. Disamping itu untuk mendukung terlaksananya penulisan hasil penelitian ini diperlukan beberapa

Nurmaidah, Amsuardiman, Afriansyah, Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan

literatur baik dari buku-buku atau jurnal yang berkaitan dengan kasus ini.

Natrium bikarbonat adalah senyawa kimia dengan rumus NaHCO_3 . Dalam penyebutannya kerap disingkat menjadi bicnat. Senyawa ini termasuk kelompok garam dan telah digunakan sejak lama.

Senyawa ini disebut juga *baking powder* (powder kue), Sodium bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, dan lain-lain. Senyawa ini merupakan kristal yang sering terdapat dalam bentuk serbuk. Natrium bikarbonat larut dalam air. Senyawa ini digunakan dalam roti atau kue karena bereaksi dengan bahan lain membentuk gas karbon dioksida, yang menyebabkan roti "mengembang".

Senyawa ini disebut juga *baking powder* (powder kue), Sodium bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, dan lain-lain. Senyawa ini merupakan kristal yang sering terdapat dalam bentuk serbuk. Natrium bikarbonat larut dalam air (Wikipedia, 2014). Powder kue diklasifikasikan sebagai garam asam, yang dibentuk dengan menggabungkan asam (karbonat) dan dasar (natrium hidroksida), dan bereaksi dengan bahan kimia lain sebagai alkali ringan. Pada suhu di atas 300 derajat Fahrenheit (149 derajat Celcius), powder kue terurai menjadi natrium karbonat (zat lebih stabil), air, dan karbon dioksida (Purwanto, 2012).

Karakteristik Baking Powder (Natrium Bikarbonat)

1. Memiliki titik lebur yang tinggi.
2. Merupakan senyawa ionik dengan ikatan kuat.
3. Dalam bentuk leburan atau larutan dapat menghantarkan listrik.

4. Sifat larutannya dapat berupa asam, basa, atau netral. Sifat ini tergantung dari jenis

asam/basa kuat pembentuknya (Pitriajuliani, 2012).

Manfaat Baking Powder (Natrium Bikarbonat)

Senyawa ini digunakan dalam roti atau kue karena bereaksi dengan bahan lain membentuk gas karbon dioksida, yang menyebabkan roti "mengembang". Senyawa ini juga digunakan sebagai obat antasid (penyakit maag atau tukak lambung). Karena bersifat alkaloid (basa), senyawa ini juga digunakan sebagai obat penetral asam bagi penderita asidosis tubulus renalis (ATR) atau rhenal tubular acidosis (RTA). Selain itu, natrium bikarbonat juga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar asam urat (Wikipedia, 2014).

Reaksi Kimia

NaHCO_3 umumnya diproduksi melalui proses Solvay, yang memerlukan reaksi natrium klorida, amonia, dan karbon dioksida dalam air. NaHCO_3 diproduksi sebanyak 100 000 ton/tahun (2001). Powder kue juga diproduksi secara komersial dari powder abu (diperoleh melalui penambangan bijih trona, yang dilarutkan dalam air lalu direaksikan dengan karbon dioksida. Lalu NaHCO_3 mengendap sesuai persamaan berikut : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaHCO}_3$ (Wikipedia, 2014).

NaHCO_3 dapat diperoleh dengan reaksi antara karbon dioksida dengan larutan natrium hidroksida. Reaksi awal menghasilkan natrium karbonat: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Lebih lanjut penambahan karbon dioksida menghasilkan natrium

bikarbonat, yang pada konsentrasi cukup tinggi akan mengendap larutan: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$ (Purwanto, 2012).

Beton semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Kelebihan dan Kekurangan Beton

1. Kelebihan:

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

2. Kekurangan :

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
- Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi

perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retakan -retakan akibat terjadinya perubahan suhu.

- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

Tabel 1. Unsur-unsur beton

Agregat (kasar+halus)	60 % - 80%
Semen	7% - 15%
Air	14% - 21%
Udara	1% - 8%

(Sumber: Teknologi Beton, 2007)

Bahan Penyusun Beton

1. Semen

Semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim). Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : 1). Semen non-hidrolik, dan 2). Semen Hidrolik.

2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir- butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media

Nurmaidah, Amsuardiman, Afriansyah, Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan

pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolik atau adukan.

3. Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bisa diminum, air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimia semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*).

METODE PENELITIAN

Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton UPT. Pengujian Dan Pengendalian Mutu Dinas Binamarga Provsu. Objek dalam penelitian ini adalah beton non pasir dengan tambahan Natrium bikarbonat (Baking Powder) dengan variasi campuran 0%, 0,5%, 1%, 1,5% . Sedangkan pengujian kuat tekan dan

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi:

- Penyediaan bahan-bahan penyusun beton,
- Pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton,

- Perencanaan campuran beton (*Mix design*),
- Pembuatan benda uji dan berat jenis beton segar,
- Perawatan benda uji,
- Pengukuran kenaikan volume beton,
- Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.

analisis kenaikan volume beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kenaikan volume beton dilakukan setelah 24 jam pengecoran dimaksudkan untuk mendapatkan hasil peningkatan volume beton dengan menggunakan bahan tambah Natrium Bikarbonat. Hasil Pengujian kenaikan volume kubus beton dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Kenaikan Volume Persentase Campuran 0%

Variasi Penambahan	No. Benda Uji	Berat (gram)	Tinggi awal (cm)	Tinggi Akhir (cm)	Selisih (cm)
0 %	1	5661	11,5	11,5	0
0 %	2	5598	11,5	11,5	0
0 %	3	5704	11,5	11,5	0
0 %	4	5689	11,5	11,5	0

0 %	5	5700	11,5	11,5	0
Rata -rata		5670,4	11,5	11,5	0

Tabel 3. Hasil Pengujian Kenaikan Volume Persentase Campuran 0,5%

Variasi Penambahan	No. Benda Uji	Berat (gram)	Tinggi awal (cm)	Tinggi Akhir (cm)	Selisih (cm)
0,5 %	1	5742	11,5	11,5	0
0,5 %	2	5698	11,5	11,5	0
0,5 %	3	5700	11,5	11,5	0
0,5 %	4	5650	11,5	11,5	0
0,5 %	5	5452	11,5	11,5	0
Rata -rata		5648,4	11,5	11,5	0

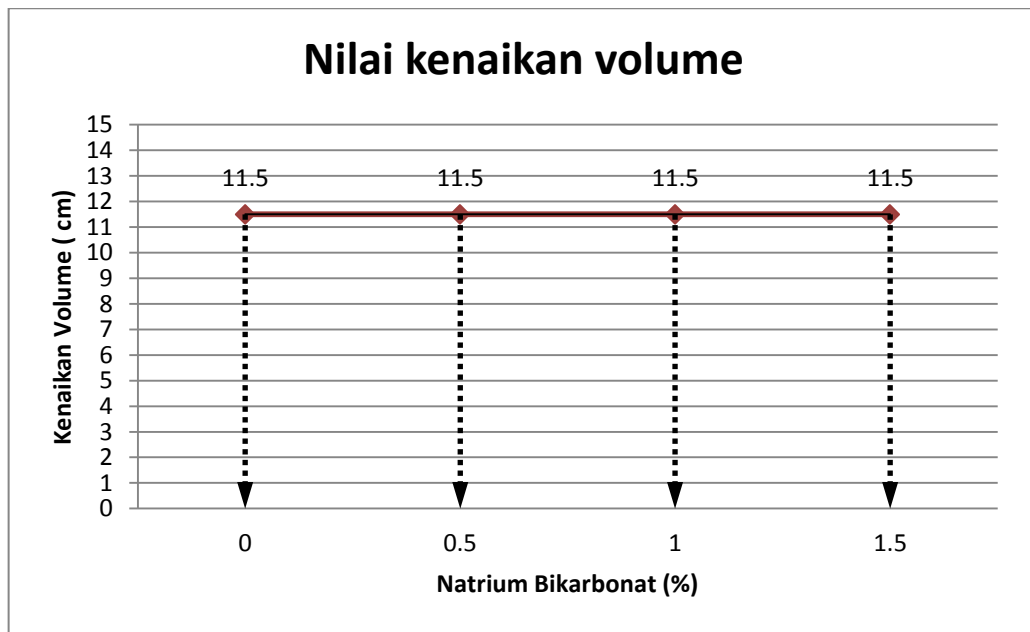
Tabel 4. Hasil Pengujian Kenaikan Volume Persentase Campuran 1%

Variasi Penambahan	No. Benda Uji	Berat (gram)	Tinggi awal (cm)	Tinggi Akhir (cm)	Selisih (cm)
1 %	1	5604	11,5	11,5	0
1 %	2	5709	11,5	11,5	0
1 %	3	5689	11,5	11,5	0
1 %	4	5599	11,5	11,5	0
1 %	5	5712	11,5	11,5	0
Rata -rata		5662,6	11,5	11,5	0

Tabel 5. Hasil Pengujian Kenaikan Volume Persentase Campuran 1,5%

Variasi Penambahan	No. Benda Uji	Berat (gram)	Tinggi awal (cm)	Tinggi Akhir (cm)	Selisih (cm)
1,5 %	1	5714	11,5	11,5	0
1,5 %	2	5689	11,5	11,5	0
1,5 %	3	5709	11,5	11,5	0
1,5 %	4	5659	11,5	11,5	0
1,5 %	5	5622	11,5	11,5	0
Rata -rata		5678,6	11,5	11,5	0

Sumber : Hasil Penelitian lab.Beton UPTD.Dinas Bina Marga Provsu 2016



Gambar 1. Grafik Hubungan kenaikan volume terhadap penambahan natrium Bikarbonat

Dari hasil pengujian kenaikan volume kubus beton tidak terjadi perubahan volume apapun pada beton sejalan penambahan baking powder (natrium bikarbonat) dengan variasi 0,5%, 1%, dan 1,5%. Dikarenakan persentase

penambahan baking powder terlalu kecil. Adapun penurunan kuat tekan beton pada penelitian ini terjadi karena pengaruh Natrium Bikarbonat (Baking Powder).

Pengujian Kuat Tekan Kubus Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dimaksudkan untuk mendapatkan hasil peningkatan kekuatan tekan beton dengan menggunakan bahan tambah Natrium

Bikarbonat dan hasilnya dibandingkan dengan beton normal. Berikut hasil pengujian kuat tekan kubus beton dapat dilihat pada:

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan Beton Persentase Campuran 0%

Variasi penambahan	No. Benda Uji	Berat (kg)	Berat Rata-rata (kg)	Hasil Kuat Tekan (kg/m ³)	Kuat Tekan Rata-rata
0 %	1	7595		174,54	
0 %	2	7605		179,05	
0 %	3	7580		172,60	
0 %	4	7593		169,87	
0 %	5	7610	7594,5	175,02	174,81
0 %	6	7605		176,50	
0 %	7	7590		174,32	

0 %	8	7622	169,78
0 %	9	7570	177,60
0 %	10	7575	178,89

Tabel 7. Hasil Kuat Tekan Beton Persentase Campuran 0,5%

Variasi penambahan	No. Benda Uji	Berat (kg)	Berat Rata -rata (kg)	Hasil Kuat Tekan (kg/m ³)	Kuat Tekan Rata-rata
0,5 %	1	7635		159,20	
0,5 %	2	7598		161,05	
0,5 %	3	7550		160,60	
0,5 %	4	7615		161,70	
0,5 %	5	7631	7594,5	160,09	159,76
0,5 %	6	7620		161,00	
0,5 %	7	7601		160,54	
0,5 %	8	7588		157,30	
0,5 %	9	7635		157,40	
0,5 %	10	7610		158,80	

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Beton Persentase Campuran 1

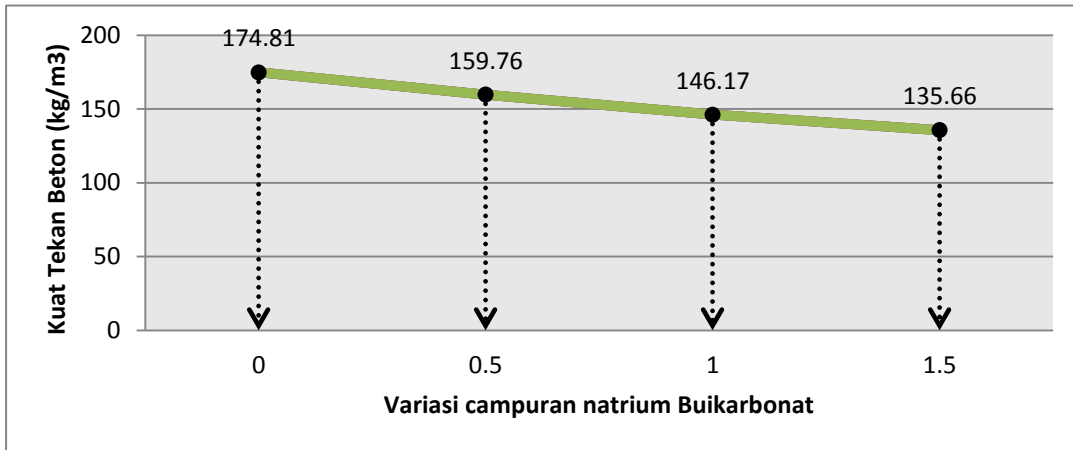
Variasi penambahan	No. Benda Uji	Berat (kg)	Berat Rata -rata (kg)	Hasil Kuat Tekan (kg/m ³)	Kuat Tekan Rata-rata
1 %	1	7650		150,20	
1 %	2	7587		148,05	
1 %	3	7640		149,60	
1 %	4	7530		146,70	
1 %	5	7489	7601,3	141,09	146,17
1 %	6	7630		143,10	
1 %	7	7545		144,54	
1 %	8	7750		142,30	
1 %	9	7587		146,40	
1 %	10	7605		149,80	

Tabel 9. Hasil Kuat Tekan Beton Persentase Campuran 1,5%

Variasi penambahan	No. Benda Uji	Berat (kg)	Berat Rata -rata (kg)	Hasil Kuat Tekan (kg/m ³)	Kuat Tekan Rata-rata
1,5 %	1	7704		130,20	
1,5 %	2	7532		131,05	
1,5 %	3	7623		135,60	
1,5 %	4	7587		139,70	

Nurmaidah, Amsuardiman, Afriansyah, Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan

1,5 %	5	7497	7585	135,09	135,66
1,5 %	6	7589		131,00	
1,5 %	7	7615		138,54	
1,5 %	8	7643		138,30	
1,5 %	9	7490		137,40	
1,5 %	10	7570		139,80	



Gambar 2. Grafik hubungan kuat tekan kubus terhadap variasi penambahan Natrium Bikarbonat

Dari hasil pengujian kuat tekan beton kubus pada umur 28 hari terjadi penurunan kuat tekan beton yang signifikan sejalan penambahan Natrium Bikarbonat dengan variasi 0,5 %, 1 %, 1,5 %, dimana penurunan terjadi sebesar 8,6 %, 16,38%, 22,39% terhadap beton normal.

SIMPULAN

1. Penurunan kekuatan tekan beton akibat dari pengaruh pelepasan gas karbon dioksida yang terlalu tinggi, dan juga dikarenakan natrium bikarbonat bersifat asam korosif bagi beton.

2. Reaksi ikatan kimia antara Semen + Air + Natrium Bikarbonat bersifat menggumpal, penggumpalan pada saat hidrasi timbul karena semen menyerap uap air dan CO₂ dalam jumlah yang cukup banyak sehingga terjadi penggumpalan. Semen yang menggumpal kualitasnya akan menurun

karena bertambahnya Loss On Ignition (LOI) dan menurunnya spesifik gravity sehingga kekuatan semen menurun, waktu pengikatan dan pengerasan semakin lama, dan terjadinya false set.

3. Dari hasil pengujian kenaikan volume tidak terjadi perubahan volume apapun sejalan penambahan variasi persentase bubuk Natrium Bikarbonat atau yang kita kenal sebagai bubuk Baking powder dikarenakan persentase penambahan yang terlalu kecil.

4. Sejalan penambahan bubuk baking powder pada sampel yang masing-masing 10 sampel tiap variasi dengan persentase 0,5%, 1 %, 1,5%, dimana kuat tekan tertinggi terletak pada campuran baking powder dengan kadar 0,5% yaitu 159,76 kg/cm³, dan bobot isi beton tertinggi terletak pada campuran baking powder dengan kadar 1,5% yaitu 2099,04 kg/m³

dan terendah pada kadar 0,5% yaitu 2094,87 kg/m³.

Saran

1. Diperlukan suatu cara atau metode baku dalam membuat mix design untuk beton non pasir.
2. Untuk pembuatan beton non pasir, faktor air semen harus lebih diperhatikan, disarankan agar faktor air semen yang digunakan sebesar 0,4, walaupun akan membentuk beton yang pourus.
3. Tidak disarankan penambahan bubuk Baking Powder untuk bahan adiktif tambahan, karena Natrium Bikarbonat (Baking Powder) bersifat korosif bagi beton.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk mencari bahan adiktif yang dapat menaikkan volume beton namun juga tidak merusak dari kualitas beton itu sendiri.

Indonesia, W. b. (2014, Maret 11). *Natrium Bikarbonat*. Retrieved Oktober 1, 2013, from Wikipedia bahasa Indonesia

Mindess.S dan Young. J. Francis,1981" *Concrete*" Prentice-Hall,.

Murdock L.J, Brook K.M,1986,"*Bahan dan Praktek Beton*", Erlangga,.

Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Nugraha, Paul.2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Pitriajuliani. (2012, Desember 9). *WordPress.com*. Retrieved Maret 11, 2014,

Purwanto, S. A. (2012, Januari 24). *Industri Powder Kue*. Retrieved Maret 11, 2014

Puja, A dan Rachmat, P.2010, "*Pengendalian Mutu Beton sesuai SNI, ACI dan ASTM*", ITS Press Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 201, 1994, *Guide to Durable Concrete (ACI Manual of Concrete Practise) Part I*, American Concrete Institute, Detroit Michigan.

ACI Committee 211,1993, "*Guide for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*", American Concrete Institute, Detroit Michigan.

Departemen PU,1989,"*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A(SK SNI S-04-1989-F)*", Yayasan LPMB, Bandung.