

PENGARUH PENAMBAHAN GABUNGAN BATU KAPUR DAN KAPUR PADAM PADA CAMPURAN BETON K – 300

THE EFFECT OF LIMESTONE AND QUICKLIME ADDITION TO K – 300 CONCRETE MIXTURE

Jerry Jeremia Darren¹, Danny Gunaran², Hendry³, Elly Kusumawati Budirahardjo⁴

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Kristen Krida Wacana

Jl. Tanjung Duren Raya No. 4 Jakarta Barat 11470

¹jerry.2012ts006@civitas.ukrida.ac.id, ²danny.2012ts003@civitas.ukrida.ac.id,

³hendry.2012ts020@civitas.ukrida.ac.id, ⁴elly.kusumawati@ukrida.ac.id

Abstrak

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam proses konstruksi. Untuk itu, perlu diusahakan adanya bahan bangunan pengikat alternatif pada adukan beton. Salah satu bahan pengikat alternatif adalah batu kapur dan kapur padam. Kedua bahan tersebut memiliki struktur kimia yang hampir sama, yaitu Ca (Kalsium) yang memiliki manfaat sebagai perekat hidrolis. Adukan beton dengan penambahan gabungan batu kapur dan kapur padam sebagai bahan aditif dibuat dengan tiga variasi, yaitu 10% (5% batu kapur, 5% kapur padam), 20% (10% batu kapur, 10% kapur padam), dan 30% (15% batu kapur, 15% kapur padam). Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan variasi 10%, 20%, dan 30% meningkatkan kuat tekan sebesar 32,8%, 11,96%, dan 24,21% dari beton normal.

Kata kunci: beton, kuat tekan, batu kapur, kapur padam, aditif

Abstract

Concrete is one of the most commonly used materials in the construction process. Alternative binders for mortar concrete are needed; two of the alternatives are limestone and quicklime. Both of the materials has a similar chemical structure calles Ca (Calcium) which function as hydraulic adhesives. Concrete mixtures with the addition of limestone and quicklime as additives were made of three variations, the 10% was composed of 5% limestone and 5% quicklime, the 20% was of 10% limestone and 10% quicklime, and the 30% was of 15% limestone and 15% quicklime. The test result showed that the use of concrete with the variations of 10%, 20%, and 30% increased the compressive strength by 32,8%, 11,96%, and 24,21% of the normal concrete.

Keywords: concrete, compressive strength, limestone, quicklime, additive

Tanggal Terima Naskah : 19 Desember 2016

Tanggal Persetujuan Naskah : 04 Maret 2016

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material yang dikenal oleh masyarakat luas karena sudah banyak digunakan dalam pengembangan konstruksi, khususnya di Indonesia. Beton yang dikenal masyarakat luas umumnya dipersepsikan sebagai produk yang berfungsi sebagai penunjang konstruksi atau struktur bangunan, serta diketahui memiliki keawetan (*durability*) dan kekuatan yang tinggi. Terkait dengan kuat tekan beton, dilakukan berbagai upaya untuk mendapatkan beton dengan nilai kuat tekan yang lebih tinggi tanpa harus menambah agregat ataupun semen. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi adalah dengan menggunakan aditif dalam campuran beton. Aditif merupakan jenis bahan mineral yang ditambahkan pada campuran beton, yang dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Aditif bersifat seperti semen, yaitu mengikat agregat dalam campuran beton.

Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mendapatkan campuran beton yang memiliki kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan campuran beton normal. Aditif atau bahan tambah mineral yang diujikan pada penelitian ini adalah batu kapur (CaCO_3) dan kapur padam (CaO) dalam bentuk butiran halus. Kedua bahan tersebut dipilih dikarenakan sifat-sifat kapur yang berpotensi meningkatkan kinerja kuat tekan beton, yaitu plastis, dapat mengeras dengan cepat setelah tercampur dengan air, serta menghasilkan rekatan yang kuat. Selain itu, kedua bahan tersebut merupakan bahan perekat hidrolis, yaitu suatu bahan yang bila dicampur air, maka akan membentuk pasta kemudian mengeras dan setelah mengeras tidak dapat larut kembali dalam air. Proses pengerasan bahan pengikat hidrolis akan lebih baik jika dilakukan dalam rendaman air, selain itu juga akan menghasilkan produk tahan air. Hal tersebut menjadi faktor positif penting dikarenakan beton harus mengalami proses *curing* (perendaman) sehingga jika dicampurkan dengan bahan kapur maka proses pengerasan akan menjadi lebih optimal.

Pemilihan batu kapur dan kapur tohor juga dilakukan karena adanya unsur kalsium oksida (CaO) yang merupakan komponen utama penyusun semen [1]. Yang menjadi pertimbangan akhir pemilihan batu kapur dan kapur padam ini adalah bahan-bahan tersebut banyak digunakan dalam industri, baik industri bangunan, kosmetik, dan obat-obatan sehingga tersedia dalam jumlah banyak, mudah ditemui, serta harganya yang tidak mahal.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran batu kapur dan kapur padam sebagai bahan aditif pada adukan beton K-300 serta untuk mengetahui kuat tekan hancur benda uji kubus beton pada umur yang telah disyaratkan sesuai ketentuan SNI (Standar Nasional Indonesia) 03-1974-1990 mengenai metode pengujian kuat tekan beton. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas campuran batu kapur dan kapur padam untuk adukan beton K-300 serta dapat mengetahui kuat tekan hancur benda uji kubus beton pada saat umur yang telah disyaratkan dengan pencampuran batu kapur dan kapur padam.

2. KONSEP DASAR

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan konstruksi pendukung lainnya. Beton harus menjadi satu kesatuan yang homogen agar kinerjanya terjamin. Agar menjadi kesatuan yang homogen maka proses pembuatan beton dilakukan dengan cara mencampur agregat

halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, terkadang dicampur juga dengan bahan tambahan (aditif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu hingga menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan tersebut terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama. Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil [2].

Jenis bahan tambahan mineral (aditif) yang ditambahkan pada beton dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton dan lebih bersifat penyemenan. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah *bleeding*. Untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah aditif yang berbentuk butiran padat yang halus. Adapun keuntungan penggunaan aditif adalah memperbaiki *workability* beton, mengurangi panas hidrasi, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika, menambah keawetan (durabilitas) beton, meningkatkan kuat tekan beton, Meningkatkan usia pakai beton, mengurangi penyusutan, membuat beton lebih kedap air [3].

Bahan mineral pembantu saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperatur akibat reaksi hidrasi, mengurangi atau menambah kelecakan beton segar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau sebagai tambahan pada campuran untuk mengurangi pemakaian agregat. Pembuatan beton dengan menggunakan bahan tambah akan memberikan kualitas beton yang baik apabila pemilihan kualitas bahannya baik, komposisi campurannya sesuai, dan metode pelaksanaan pengecoran, pemeliharaan, serta perawatannya baik. Bahan tambahan mineral ini merupakan bahan padat yang dihaluskan, yang ditambahkan untuk memperbaiki sifat beton agar beton mudah dikerjakan dan kekuatan serta keawetannya meningkat.

Salah satu bahan mineral yang dapat digunakan sebagai aditif adalah kapur. Batu kapur dan kapur padam adalah jenis batuan yang mempunyai unsur dasar CaO, yaitu kalsium oksida. Kalsium oksida merupakan unsur dari penyusun semen yang membuat warna semen menjadi sedikit keputih-putihan dan keabu-abuan. Batu kapur memiliki rumus kimia CaCO_3 dan kapur padam memiliki rumus CaO. Bahan dasar dari pembuatan kapur adalah batu kapur, kulit kerang, batu pualam, dan napal. Komposisi kimia dari kapur tidak murni kapur. Kapur padam mempunyai sifat hidrolis yang berarti bahwa jika kapur padam bereaksi dengan air maka kapur padam akan menggumpal dan mengeras sehingga jika sudah mengeras dan terkena air tidak akan hancur atau rusak.

Batu kapur (*gamping*) merupakan salah satu golongan batuan sedimen yang paling banyak jumlahnya. Batu kapur terdiri atas dua macam, yaitu batu kapur non-klastik dan batu kapur klastik. Batu kapur non-klastik merupakan koloni binatang laut, antara lain dari Coelentrata, Moluska, Ptorozoa, dan Foraminifera atau batu kapur ini sering disebut juga batu kapur koral karena penyusun utamanya adalah koral. Batu kapur klastik, merupakan hasil rombakan jenis batu kapur non-klastik melalui proses erosi oleh air, transportasi, sortasi, dan terakhir sedimentasi [4].

Manfaat batu kapur, diantaranya dipergunakan untuk plester, adukan pasangan bata, pembuatan semen tras, ataupun semen merah. Dalam bidang jalan raya, digunakan sebagai pemantapan pondasi jalan raya. Batu kapur ini berfungsi untuk mengurangi plastisitas, mengurangi penyusutan, dan pemuai pondasi jalan raya.

Terdapat beberapa jenis batu kapur, yaitu Kapur kalsit (CaCO_3) yang terdiri dari batu kapur kalit. Proses pembentukan batu kapur kalsit dengan ditumbuk (digiling) sampai kehalusan tertentu. Proses pembentukan Kapur dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], yaitu batu kapur dolomite ditumbuk (digiling) sampai kehalusan tertentu. Kapur bakar (*quicklime*), (CaO) dibakar sehingga terbentuk CaO [5].

3. METODE PENELITIAN

Sumber yang digunakan pada penelitian ini untuk perhitungan *mix design* adalah SNI 03-2834-1993 mengenai tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Kuat tekan rencana yang dibuat dalam penelitian ini dengan $f'c$ sebesar 33,4 MPa dengan faktor air semen untuk kuat tekan rencana tersebut adalah 0,56. Nilai *slump* yang digunakan sebesar 10 ± 2 cm dengan ukuran maksimum agregat kasar adalah 20 mm. Berat isi beton adalah $2387,5 \text{ kg/m}^3$. Hasil dari perhitungan *mix design* adalah berat seluruh komponen yang digunakan untuk setiap campuran 1 m^3 , yaitu semen sebanyak 366,071 kg, air sebanyak 196,227 liter, agregat halus sebanyak 638,738 kg, dan agregat kasar sebanyak 1186,5 kg. Langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji dengan tiga buah variasi kadar zat aditif campuran batu kapur dan kapur padam, yaitu sebesar 10%, 20%, dan 30% dari berat semen. Pencampuran batu kapur dan kapur padam dilakukan bersamaan dengan pencampuran agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 14 dan 28 hari dengan menggunakan standar SNI 03-1974-1990 dan ASTM C 617 untuk proses *capping*. Setelah hasil kuat tekan didapatkan, langkah selanjutnya adalah analisis hasil untuk menentukan pengaruh penambahan zat aditif pencampuran batu kapur dan kapur padam terhadap beton normal. Dalam penelitian variabel tunggal yang berpengaruh terhadap hasil kuat tekan adalah penambahan kadar zat aditif batu kapur dan kapur padam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan sesuai SNI 03-2834-1993 dapat ditentukan proporsi agregat, semen, air, dan penambahan zat aditif.

Tabel 1. Proporsi campuran beton normal dengan penambahan zat aditif gabungan batu kapur dan kapur padam benda uji kubus

Persentase Total Aditif	Volume 1 m^3	Air	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar	Aditif	
						Batu Kapur CaCO_3	Kapur Padam CaOH_2
10%	1 kali adukan (10 benda uji kubus)	6,6226 liter	12,354 kg	21,5574 kg	40,043 kg	2,014 kg	2,014 kg
20%	1 kali adukan (10 benda uji kubus)	6,6226 liter	12,354 kg	21,5574 kg	40,043 kg	4,0289 kg	4,0289 kg
30%	1 kali adukan (10 benda uji kubus)	6,6226 liter	12,354 kg	21,5574 kg	40,043 kg	6,0433 kg	6,0433 kg

Tabel 2. Perancangan campuran beton normal dengan penambahan zat aditif gabungan batu kapur dan kapur padam benda uji kubus

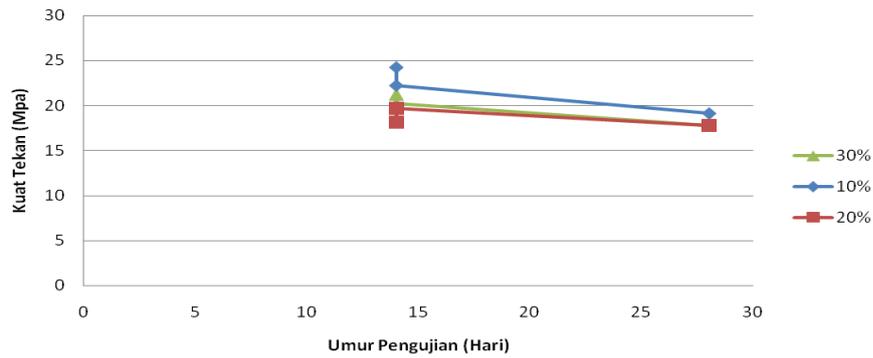
No.	Uraian	Hasil
1	Kuat tekan yang disyaratkan (pada	24,90 MPa
2	Deviasi standar (s)	-
3	Nilai tambah (m)	8,5 MPa
4	Kuat tekan rata - rata yang	33,40 MPa
5	Jenis semen (biasa / cepat keras)	Biasa
	Jenis agregat kasar (alami / batu	Batu pecah
6	Jenis Agregat halus (alami / batu tak pecah)	Batu tak pecah
7	Faktor air semen	0,56
	Faktor air semen maksimum	0,60
8	Faktor air semen yang digunakan	0,56
9	Nilai slump	10 ± 2 cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	20 mm
11	Kebutuhan air	205 lt/m ³
12	Kebutuhan semen	366,071 kg/m ³
13	Kebutuhan semen minimum	325
	Jumlah semen yang digunakan	
14	dalam perancangan	366,071 kg/m ³
	Jumlah air yang digunakan dalam	
15	perancangan	205 lt/m ³
	FAS yang digunakan dalam	
	perancangan	0,56
16	Daerah gradasi agregat halus	III
17	% berat agregat halus terhadap	35 %
18	Berat jenis agregat campuran	2,492
19	Berat isi beton	2387,5
20	Kebutuhan agregat	1816,429
21	Kebutuhan agregat halus	635,75
22	Kebutuhan agregat kasar	1180,679
	Air	-
	Semen	-
23	Koreksi Agregat Halus	-
	Agregat Kasar	-

Tabel 2 merupakan hasil perancangan beton normal sesuai SNI 03-2834-1993 mengenai tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Penelitian ini mengambil kuat tekan rencana 24,9 MPa. Setelah ditambah dengan nilai *margin* sebesar 8,5 Mpa maka kuat tekan rata-rata menjadi 33,4 MPa. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,56. Jenis semen yang digunakan merupakan jenis semen *portland* tipe 1 dengan agregat kasar berupa batu pecah dan agregat halus berupa batu tak pecah. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,56 dengan nilai faktor air semen maksimum sebesar 0,6. *Slump* yang digunakan sebesar 10 ± 2.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan umur 14 hari dan 28 hari

Kadar	Umur Pengujian (hari)	Beban Maksimum	Kuat Tekan Uji (MPa)	Faktor Pembagi	Kuat Tekan Beton (MPa)	Rata-Rata
10%	14	43000	19.11	0.88	21.72	22.63
	14	49000	21.78	0.88	24.75	
	14	40000	17.78	0.88	20.20	
	14	48000	21.33	0.88	24.24	
	14	44000	19.56	0.88	22.22	
	28	43000	19.11	1	19.11	19.91
	28	45000	20.00	1	20.00	
	28	46000	20.44	1	20.44	
	28	46000	20.44	1	20.44	
	28	44000	19.56	1	19.56	
20%	14	41000	18.22	0.88	20.71	19.60
	14	44000	19.56	0.88	22.22	
	14	36000	16.00	0.88	18.18	
	14	34000	15.11	0.88	17.17	
	14	39000	17.33	0.88	19.70	
	28	34000	15.11	1.00	15.11	16.27
	28	40000	17.78	1.00	17.78	
	28	29000	12.89	1.00	12.89	
	28	46000	20.44	1.00	20.44	
	28	34000	15.11	1.00	15.11	
30%	14	45000	20.00	0.88	22.73	21.92
	14	42000	18.67	0.88	21.21	
	14	40000	17.78	0.88	20.20	
	14	45000	20.00	0.88	22.73	
	14	45000	20.00	0.88	22.73	
	28	36000	16.00	1.00	16.00	17.87
	28	43000	19.11	1.00	19.11	
	28	40000	17.78	1.00	17.78	
	28	37000	16.44	1.00	16.44	
	28	45000	20.00	1.00	20.00	

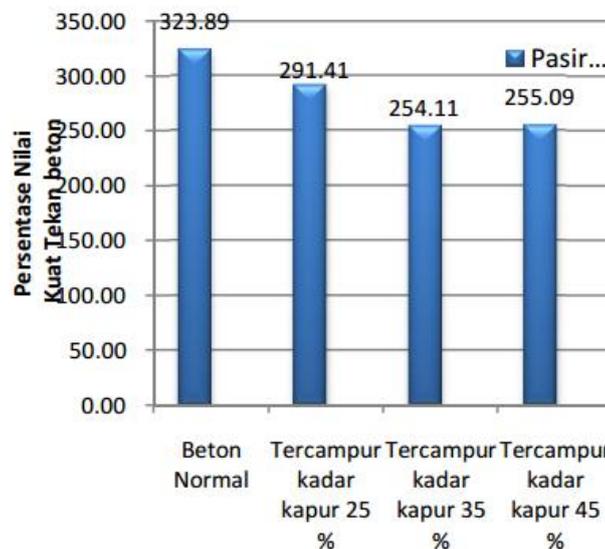
Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa kuat tekan rata-rata kadar 10% pada umur 14 hari sebesar 22,63 MPa sementara umur 28 hari sebesar 19,91 MPa. Untuk kuat tekan rata-rata kadar 20% umur 14 hari sebesar 19,6 MPa dan pada umur 28 hari sebesar 16,27 MPa. Sementara untuk variasi kadar 30% kuat tekan rata-rata pada umur 14 hari sebesar 21,92 MPa dan umur 28 hari sebesar 17,87 MPa.



Gambar 1. Kuat tekan kubus rata-rata dengan aditif campuran batu kapur dan kapur padam

Kuat tekan rata-rata pada ketiga kadar tersebut tidak mencapai kuat tekan rencana awal pada perhitungan *mix design*. Kuat tekan rencana yang dibutuhkan atau yang harus dicapai adalah $\geq 300 \text{ kg/cm}^2$ atau 24,9 Mpa. Pembuatan beton normal dan beton dengan zat aditif gabungan batu kapur dan kapur padam menggunakan *mix design* yang sama. Setelah dilakukan pengujian dapat diketahui bahwa kuat tekan beton dengan zat aditif gabungan batu kapur dan kapur padam memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar daripada kuat tekan beton normal. Nilai kuat tekan pada kadar aditif 10% naik sebesar 32,80%. Kuat tekan pada kadar aditif 20% naik sebesar 11,96%, dan kuat tekan kadar aditif 30% naik sebesar 24,21% dari beton normal.

Kekuatan Tekan Beton Umur 28 Hari



Source: Jurnal Momentum Pengaruh Penambahan Kapur Padang Panjang Pengganti Semen untuk Beton Normal

Gambar 2. Kuat tekan kubus rata-rata dengan penambahan kapur padang panjang

Hasil pada gambar 2 merupakan penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 2015 dan menunjukkan bahwa kuat tekan beton umur 28 hari dengan kadar kapur pengganti semen sebanyak 25% menghasilkan kuat tekan sebesar 291,41 kg/cm² atau setara 24,19 Mpa, sementara kuat tekan dengan kadar kapur pengganti semen sebesar 254,11 kg/cm² atau setara 21,10 Mpa, dan kuat tekan dengan kadar kapur pengganti semen sebesar 255,09 kg/cm² atau setara 21,18 Mpa. Jika dibandingkan dengan campuran

batu kapur dan kapur padam sebagai aditif maka nilai kuat tekan penambahan kapur Padang Panjang pengganti semen lebih besar. Persamaan dari kedua penelitian tersebut adalah menggunakan Batu Kapur (CaCO_3). Sementara perbedaan dari kedua penelitian tersebut adalah asal batu kapur yang digunakan, penggunaan batu kapur dalam campuran (sebagai tambahan saja atau sebagai pengganti semen), adanya penambahan kapur padam. Yang menjadi faktor pengaruh terhadap kuat tekan beton antara kedua penelitian ini adalah berat batu kapur yang digunakan. Jika batu kapur yang digunakan menjadi pengganti semen maka berat semen tidak berubah, tetapi jika batu kapur yang digunakan tidak menggantikan semen, maka berat semen yang digunakan dalam *mix design* berubah menjadi lebih banyak.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bahan aditif campuran batu kapur dan kapur padam dapat menaikkan kuat tekan beton normal K-300 dengan asumsi bahwa beton normal yang dibandingkan adalah beton normal hasil praktikum sebelumnya. Pada kadar 10% menaikkan kuat tekan paling tinggi sebesar 32,8% sedangkan pada kadar 20% dan 30% menaikkan kuat tekan sebesar 11,96% dan 24,21%.

REFERENSI

- [1]. Fatimah, S. S. (2012, March 8). *Industri Semen*. Retrieved from File.upi.edu: http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._KIMIA/196802161994022-SOJA_SITI_FATIMAH/Kimia_industri/PRODUKSI_SEMEN.pdf
- [2]. Tjokrodinuljo, K. 1996. "*Teknologi Beton*". Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- [3]. Mulyono, Tri. 2004. "*Teknologi Beton*". edisi I. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [4]. Trewin, N. H.; Davidson, R. G. 1999. "*Lake-level changes, sedimentation and faunas in a Middle Devonian basin-margin fish bed*". *Journal of the Geological Society* 156 (3): 535–548. doi:10.1144/gsjgs.156.3.0535
- [5]. Puslitbang Pemukiman. 1982. *Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. Bandung.