

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan yang terbuat campuran kerikil, pasir, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Seiring berjalanya waktu pemakaian beton sangat pesat dalam pembangunan infrastruktur, termasuk untuk bangunan di daerah laut yang menyebabkan kebutuhan beton semakin besar terutama pada bahan penyusun utama yaitu semen, hal tersebut mendorong untuk mengkaji pengaruh kuat tekan beton dengan kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *Portland cement* pada lingkungan air bergaram.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa masalah yaitu:

- a. Pengujian kuat tekan beton 0%, 5%, dan 7,5% kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *portlant cement* dilingkungan air normal dan air bergaram (25%) dengan menggunakan *hammer test* pada umur 3, 7, 14, 21, 28, 60, 90 hari.
- b. Pembuatan benda uji beton dengan bahan tambah kalsium karbonat buatan sebanyak 0%, 5%, 7,5% dari kebutuhan semen.
- c. Penggunaan garam tanpa dicek kadar Nacl.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh kuat tekan beton dengan bahan tambah kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *cement* pada lingkungan air normal dan lingkungan air brgaram dengan kadar garam (25%).

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Mengetahui pengaruh kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *cement portlant* terhadap kuat tekan beton pada lingkungan air normal dan air bergaram.

- b. Mendapatkan informasi dibidang teknik sipil tentang kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *portlad cement*, sebelum digunakan dibidang infrastruktur dilingkungan air bergaram.
- c. Pemanfaatan limbah padat sebagai bahan pembuat kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *cement portlant* dalam pembuatan beton.

2. DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang diperoleh dari dengan mencampurkan agregat kasar, agregat halus, air dan semen sebagai pengikat hidrolisis, pada saat ini beton sangat banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur karena mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi, mudah dikerjakan dan ekonomis.

2.1.1 Agregat

Agregat kasar adalah butiran mineral alami yang berfungsi sbagai bahan pengisi beton. Agregat dibedakan menjadi 2 macam yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar memiliki ukuran butiran yang tertinggal diayakan 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40 mm sedangkan agregat halus lebih kecil dari 4,8 mm. Volume agregat dalam beton kira-kira sebanyak 70%.

2.1.2 Semen Portland

Semen portland adalah bahan pengikat pada hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klingker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat yang bersifat hidrolisi). Komponen bahan baku adalah batu kapur, pasir silikat, tanah liat, biji besi, magnesia, sulfur, soda potash. Semen berfungsi sebagai pengikat butiran agregat menjadi suatu massa yang padat dan mengisi rongga diantara butiran agregat.

(Spesifikasi bahan bangunan bukan logam, SK SNI S-04-1989-F)
semen dibagi menjadi 5 yaitu:

- a. Semen Tipe I : Semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- b. Semen Tipe II : Semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Semen Tipe III : Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
- d. Semen Tipe IV : Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi rendah.
- e. Semen Tipe V : Semen Portland untuk konstruksi sangat tahan terhadap sulfat.

2.1.3 Air

Air an bahan dasar pembuatan beton yang sangat penting dan juga mudah didapat. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk:

- a. Bereaksi dengan semen portland
- b. Menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dan dipadatkan).

2.1.4 Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat pada umumnya sering dijumpai pada batu kapur, kalsit, marmer, dan batu gamping. Kalsium karbonat alami yang didapat dari alam yang dihasilkan dari sedimentasi fosil, kerang dan karang Selama jutaan tahun. Kalsium karbonat terdiri dari 2 unsur kalsium ,1 unsur karbon dan 3 unsur oksigen, kalsium karbonat bila dipanaskan pecah dan menjadi serbuk lemah yang lunak dinamakan (CaO). Molekul dari kalsium akan bergabung dengan satu atom oksigen yang menghasilkan CO₂ yang akan

terlepas ke udara sebagai gas karbon. Reaksi sebagai berikut $\text{CaCO}_3 > \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Kalsium karbonat buatan diperoleh dari pengolahan limbah. Limbah yang dimaksud mengandung kalsium didalamnya, kalsium karbonat buatan diproses dengan cara tertentu dan kemudian disatukan dan dihalukan bersama.

2.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tertentau. Kuat tekan beton bias diketahui dengan membuat benda uji silinder ukuran berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil uji tekan dengan satuan (ton), untuk mendapatkan kuat tekan dalam Mpa bias didapatkan dengan persamaan:

$$f'_c = \frac{P}{A} \times 100$$

Keterangan :

f'_c = Kuat Tekan, (MPa)

P = Bacaan Kuat Tekan pada alat uji tekan, (ton)

A = Luas permukaan siinder yg berupa lingkaran ($\pi.r^2$), (cm)

2.3 Hammer Test

Alat uji *hammer test* atau palu beton ini ditemukan pada tahun 1948 dan sangat populer digunakan karena sederhana dan mudah pemakainannya (mindess, 1981). Pada prinsipnya alat ini mengukur pantulan dari massa baja keras yang dibenturkan pada permukaan beton dengan suatu pegas. Pengujian beton menggunakan *Hammer Test* untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan. Pengujian menggunakan *Hammer Test* dapat dilakukan untuk mendapatkan banyak data dalam waktu yang relative

singkat dan murah. Uji *hammer test* sangat peka terhadap keadaan lokal (Tjokrodinuljo, K.,2007) misalnya:

- a. Adanya butiran agregat besar di bawah permukaan beton yang akan memperbesar nilai pantulan
- b. Adanya pori udara dibawah permukaan beton akan memperkecil nilai pantulan.
- c. Pemukulan pada trmpat yang sama akan memperbesar nilai pantulan karena permukaan beton yang sudah dipukul menjadi lebih padat.

2.4 Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau dari samudra. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,6 sampai 4%. Artinya 1 liter (1000 ml) air laut terdapat 36 gram garam. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalambatu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium dll. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garaman, gas-gas terlarut , bahan-bahan organic dan partikel-partikel tak terlarut. Sehingga dipastikan bahwa komposisi air laut umumnya mengandung ion klorida, ion klorida akan bereaksi kepada sebagian besar logam, seperti baja, besi dll. Besi tulangan pada beton terbuat dari besi baja, jika terkena air laut secara langsung akan bereaksi dengan ion klorida yang menimbulkan korosi dan konservasi sulfat pada air laut kurang lebih 3,5 gram/liter sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada pasta semen.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat

Persiapkan alat yang digunakan dalam proses penelitian.

3.2 Bahan

- a. Agregat kasar yang diperoleh dari Purworejo.
- b. Agregat halus berasal dari sungai krasak.
- c. *Cement Portland* , menggunakan semen gresik tipe I
- d. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik UNY.
- e. Kalsium Karbonat Buatan, berasal dari limbah padat yang melalui proses pembuatannya.
- f. Garam tanpa dicek (NaCl)

3.3 Prosedur Penelitian

- a. Pengujian gradasi pasir, pengujian kadar air pasir, pengujian kadar air pasir, pengujian berat jenis pasir.
- b. Pengujian gradasi kerikil, pengujian kadar air kerikil, pengujian berat jenis kerikil, pengujian kerikil.
- c. Pengujian kadar air kalsium karbonat buatan, pengujian gradasi kalsium karbonat buatan.
- d. Perancangan adukan beton.
- e. Proses pembuatan benda uji beton, 6 buah untuk 0% (KKB), 6 buah 5% (KKB), 6 buah 7,5% (KKB).
- f. Proses perendaman masing-masing 3 buah di air normal dan 3 buah di air bergaram (25%).
- g. Pengujian Hammer test pada umur 3, 7, 14, 21, 28, 60, 90.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Pasir

- Pasir mempunyai berat jenis 2,543 termasuk agregat normal yaitu 2,5-2,7. Bisa mencapai kuat tekan antara 15 Mpa- 40 Mpa.
- Kadar air yang terkandung dalam pasir 0,702 %. Pasir yang digunakan baik karena kadar airnya tidak melebihi 5%.
- Gradasi butiran pasir 3,414 (termasuk zone I) butiran pasir termasuk halus.

4.2 Hasil Uji Kerikil

- Kerikil mempunyai berat jenis 2,57 termasuk agregat normal.
- Keausan kerikil 13,46%, kerikil mempunyai kekerasan yang baik Karen angka keausan tidak lebih dari 50%.
- Kadar air kerikil 0,793 %.
- Modulus kehalusan butir 7,324.

4.3 Hasil uji Kalsium karbonat

- Kadar air Kalsium Karbonat Buatan 2,01%.
- Gradasi kalsium karbonat butiran terbesar yaitu 0,15 mm dan mempunyai MKB 4,2.

4.4 Hasil Uji *Hammer Test*

Tabel 1. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 0% Di rendam Pada Air Normal.

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
N1	16,08	17,64	17,96	20,16	21,64	17,12	18,32
N2	14,08	15,16	19,36	18,32	19,6	18,56	18,08
N3	16,42	17,16	17,68	22,28	22,48	15,4	20,32
Rerata	15,52	16,65	18,33	20,25	21,24	17,03	18,91

Tabel 2. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 0% Pada Air Bergaram (25%).

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
G1	14,76	14,08	18,4	18,24	19,4	13,96	18,92
G2	12,24	12,4	14,88	15,52	17,48	14,88	18,12
G3	13,88	11,96	14,44	16,96	16,8	13,88	15,52
Rerata	13,63	12,81	15,01	16,91	17,89	14,24	17,52

Tabel 3. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 5% Di rendam Pada Air Normal.

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
N1	14,52	15,28	17,2	15,92	17,64	15	17,56
N2	15,44	15,56	16,36	17,32	17,36	17,36	17
N3	15,04	15,4	16,64	16,56	17,68	17,32	17,24
Rerata	15	15,41	16,73	16,6	17,56	16,56	17,27

Tabel 4. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 5% Pada Air Bergaram (25%)

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
G1	12,44	14,12	15,36	15,32	16,56	13,68	14,84
G2	13,86	14,76	17,28	15,68	15,8	15,76	15,8
G3	12,96	15,6	15,88	16,36	16,44	15,12	15,92
Rerata	13,09	14,83	16,17	15,78	16,27	14,85	15,4

Tabel 5. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 7,5% Di rendam Pada Air Normal

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
N1	12,68	12,92	11,88	13,88	14,72	16,68	14,68
N2	12,28	11,72	11,44	12,88	14,12	16,68	13,88
N3	13,2	11,4	11,4	13,48	15,04	16,2	14,92
Rerata	12,72	12,01	11,57	13,41	14,63	16,52	14,49

Tabel 6. Hasil Uji *Hammer Test* KKB 7,5% Pada Air Bergaram (25 %)

No Beton	Umur (hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
G1	10,88	11,56	11,88	11,8	12,24	13,04	15,72
G2	10,48	12,32	11,44	12,76	12,2	13,38	16,48
G3	10,2	11,4	11,4	12,08	13,08	13,28	15,8
Rerata	10,52	11,76	11,57	12,21	12,51	13,2	16

Hasil uji hammer test yang dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan replacement 5% kalsium kalsium karbonat buatan yang di rendam pada air normal.

Tabel 7. Hasil Uji *Hammer Test* Beton di Air Normal (0%)

No Beton	Umur Beton (Hari)						
	3	7	14	21	28	60	90
N 1	11,980	14,340	12,640	11,720	15,120	*	*
N 2	12,000	14,480	14,060	14,260	14,060	12,400	15,940
N 3	11,440	14,360	12,380	11,620	11,080	11,870	15,060
N 4	12,620	15,200	13,600	14,220	16,900	*	*
N 5	11,460	14,740	13,640	13,040	10,440	13,020	16,840
rerata	11,900	14,624	13,264	12,972	13,520	12,430	15,950

*silinder beton sudah di uji tekan pada umur 28 hari

Tabel 8. Hasil Uji *Hammer Test* di air normal

No Beton	Umur Beton (Hari)								
	120	150	180	210	240	270	300	330	360
N1	15,04	13,92	19,12	19,1	15,28	17,7	19,4	16,32	21,72
N2	13,04	17,78	18,4	15,52	14,38	17,92	17,56	15,12	19,6
N3	*	*	*	*	*	*	*	*	*
N4	16,42	18,46	18,36	16,22	14,58	17,8	19,48	17,28	19
N5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rerata	14,83	16,76	18,62	16,95	14,74	17,81	18,81	16,24	20,11

*silinder beton sudah di uji tekan pada umur 28 hari

Tabel 9. Hasil Uji *Hammer Test* Beton di Air Bergaram (25%)

NO SAMPEL	UMUR BETON						
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	60 hari	90 hari
G 1	12,360	12,940	11,580	10,640	10,480	*	*
G 2	12,080	11,240	11,720	11,000	11,600	*	*
G 3	13,440	13,400	12,480	11,620	10,600	10,560	13,300
G 4	12,500	12,780	13,140	11,140	11,940	10,740	14,640
G 5	11,460	12,040	11,060	10,540	10,240	10,240	12,320
rerata	12,316	12,480	11,996	10,928	10,972	10,513	13,420

*silinder beton sudah di uji tekan pada umur 28 hari

Tabel 10. Hasil Uji *Hammer Test* direndam di air air bergaram (25%)

No Beton	Umur Beton (Hari)								
	120	150	180	210	240	270	300	330	360
G1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G2	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G3	12,9	15,8	15,1	15,72	13,84	15,68	16,28	16	18,96
G4	13	16,76	16,3	15,5	14,6	16,7	17,08	15,36	17,52
G5	11,32	10,58	15,02	14,2	13,76	15,08	16,08	13,28	16,04
Rerata	12,41	14,37	15,47	15,14	14,03	15,82	16,58	14,88	17,50

*silinder beton sudah di uji tekan pada umur 28 hari

4.4 Hasil Uji Kuat Tekan

Beton rendaman di air normal (0%)

Tabel 11. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 hari dengan Alat Uji Tekan

No. Beton	Diameter Beton (cm)	Tinggi Beton (cm)	Berat Beton (gram)	P (ton)	Jari-jari Beton (cm)	Kuat Tekan Beton (MPa)
N1	15.2	30.28	12200	33	7.6	18.195
N4	15.1	30.15	12420	43	7.55	24.024

Beton rendaman di air bergaram (25%)

Tabel 12. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari dengan Alat Uji Tekan

No. Beton	Diameter Beton (cm)	Tinggi Beton (cm)	Berat Beton (gram)	P (ton)	Jari-jari Beton (cm)	Kuat Tekan Beton / f_c' (MPa)
G1	15.1	30.36	12620	29	7.55	16.202
G2	15.26	30.48	11820	20	7.63	10.941

Beton direndam pada air normal (0%)

Tabel 13. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 1 tahun

No Beton	Umur	A (Luas) (cm)	Berat (kg)	P (Ton)	P/A= Mpa
N2	1 Tahun	176,154	12,5	54 ton	30,65 Mpa
N3	1 Tahun	172,644	12,5	46 ton	26,64 Mpa
N5	1 Tahun	173,343	12,6	45 ton	25,96 Mpa

Beton direndam di air bergaram (25%)

Tabel 14. Hasil Kuat Tekan Umur 1 tahun

No Beton	Umur	A (Luas) (cm)	Berat (kg)	P (Ton)	P/A=Mpa
G3	1 Tahun	172,178	12,70	59 ton	34,26 Mpa
G4	1 Tahun	174,980	12,82	40 ton	22,85 Mpa

G5	1 Tahun	170,786	12,6	34 ton	19,90 Mpa
----	---------	---------	------	--------	-----------

P : Bacaan Kuat Tekan Pada Alat Uji Tekan (ton)

A : Luas Silinder Beton (cm)

$$A = \pi r^2$$

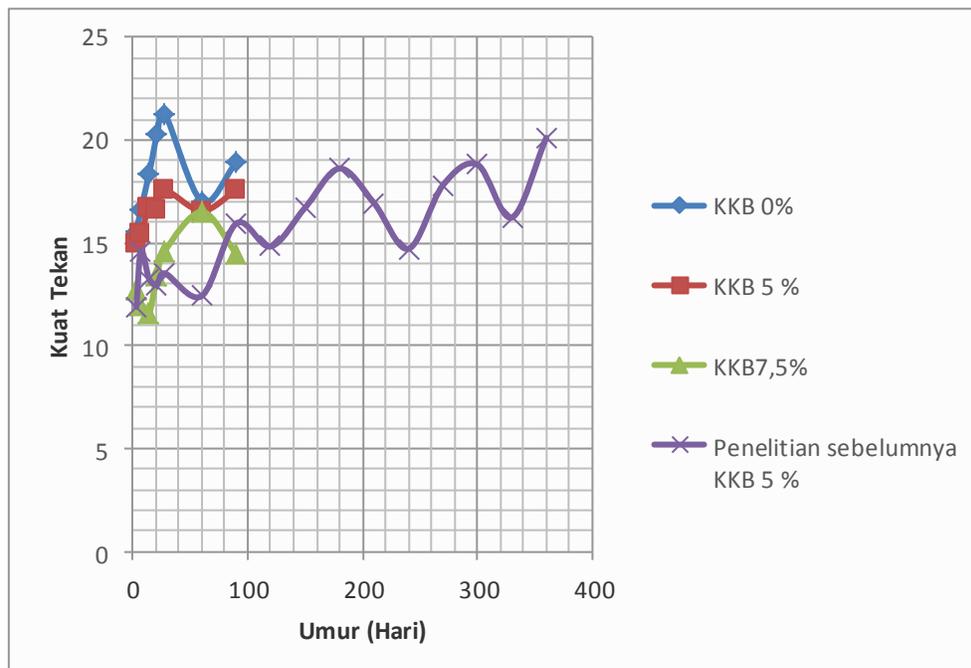
Kuat Tekan di cari dengan rumus :

$$\text{Kuat Tekan } (f'_c) = \frac{P}{A} \times 100$$

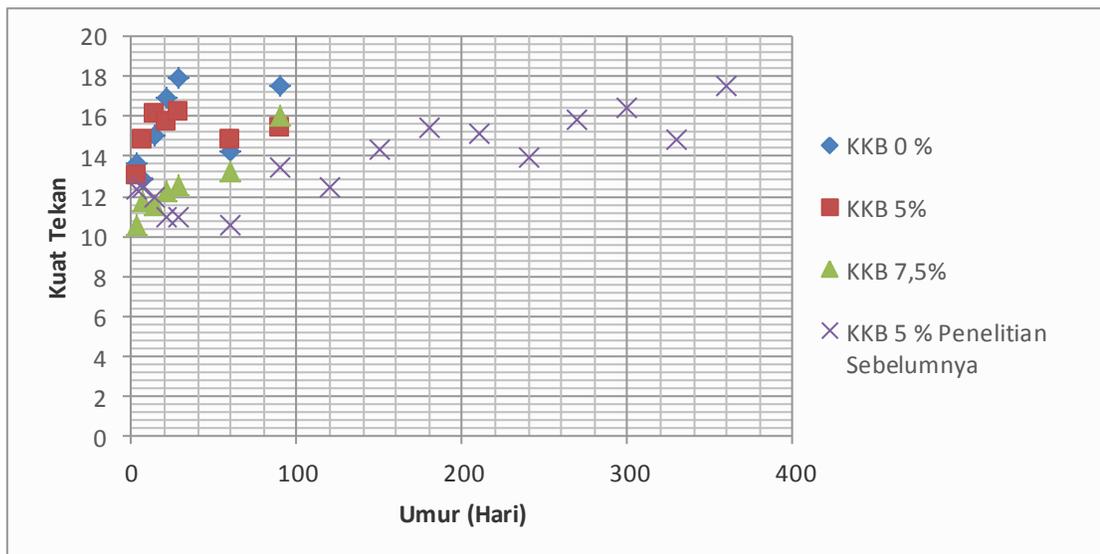
5. PEMBAHASAN

Dari hasil uji *hammer test* yang telah dilakukan pada replacement KKB 0 %, 5 % dan 7,5 % hasilnya tidak jauh berbeda, tetapi hasil uji direndam di air normal lebih baik dari hasil uji yang di rendam di air bergaram 25%. Dilihat dari hasil uji kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 dan umur 1 tahun hasil kuat tekannya cukup tinggi. Seperti yang terlihat pada grafik dibawah ini:

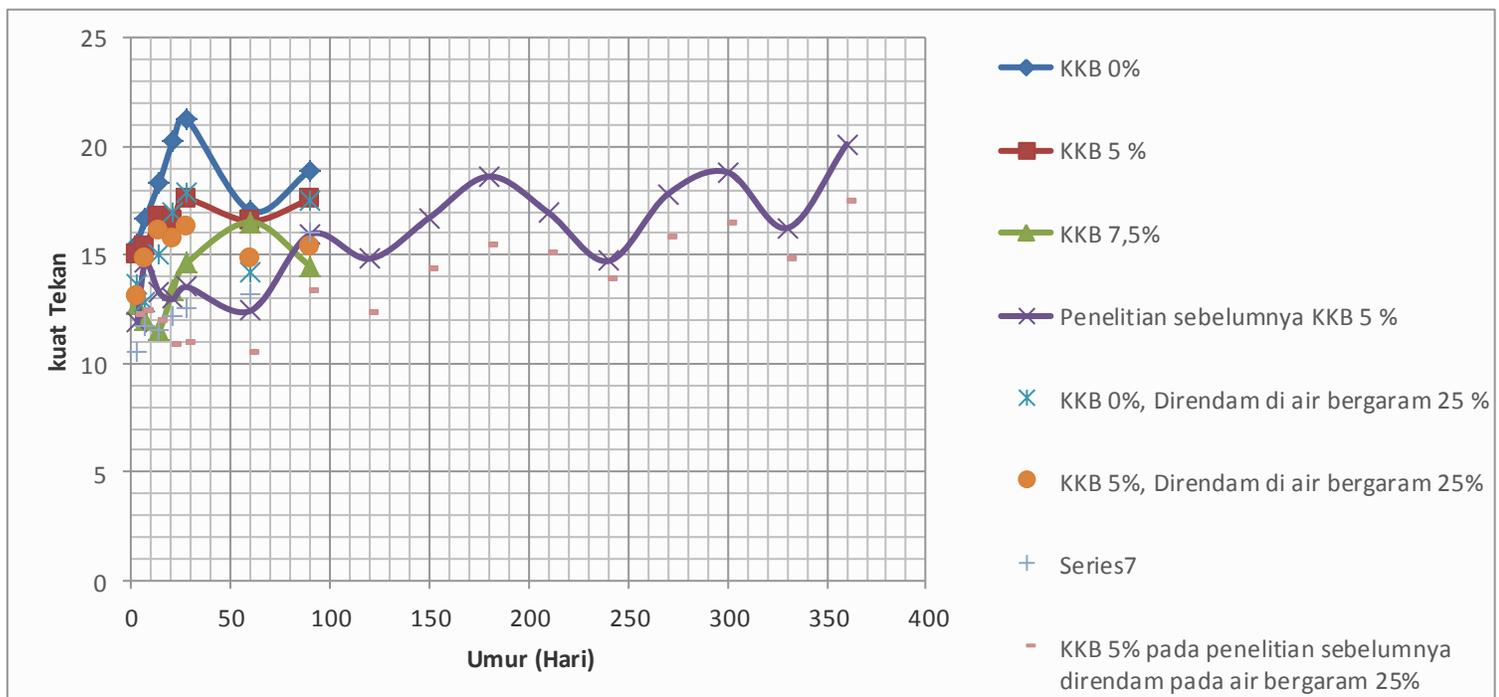
Grafik 1. Hasil Hammer test beton direndam pada air Normal (0%)



Grafik 2. Hasil Hammer test beton direndam pada air bergaram (25%)



Grafik 3. Hasil hammer test beton direndam di air normal dan air bergaram (25%)



6. PENUTUP

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan dan data-data yang diperoleh dalam penelitian kajian kalsium karbonat sebagai *replacement* sebagian *portlant cement* yang diuji menggunakan *hammer test* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengujian kuat tekan menggunakan *hammer test* yang direndam pada air normal menggunakan kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *portlant cement* 0% pada umur 28 hari= 22,4 Mpa, 90 hari= 18,91, replacement KKB 5% pada umur 28 hari=17,56 Mpa, 90 hari=17,27 Mpa, dan replacement 7,5% pada umur 28 hari=14,63, pada umur 90 hari=14,49 Mpa
- b. Pengujian kuat tekan menggunakan *hammer test* yang direndam pada air bergaram dengan kadar garam 25%, menggunakan kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* sebagian *portlant cement* 0% pada umur 28 hari= 17,89 Mpa, 90 hari= 17,52, replacement KKB 5% pada umur 28 hari=16,27 Mpa, 90 hari=15,4 Mpa, dan replacement 7,5% pada umur 28 hari=12,52, pada umur 90 hari=16 Mpa.
- c. Kuat tekan beton menggunakan *hammer test* yang dihasilkan dengan kalsium karbonat buatan sebagai *replacement* 0% KKB, 5% KKB, dan 7,5% KKB hasilnya tidak terlalu jauh berbeda, ini menunjukkan kalsium karbonat buatan berpengaruh terhadap kuat tekan beton.
- d. Dari hasil pengamatan yang kami peroleh kuat tekan beton 5% KKB pada umur 1 tahun cukup tinggi.