

PENGARUH UMUR BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON AKIBAT PENAMBAHAN ABU CANGKANG LOKAN

Fepy Supriani¹⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Sipil, FT UNIB, Jl. WR. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371, e-mail: fepy_ilham@yahoo.co.id

Abstrak

Cangkang kerang memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi, jika dipanaskan pada suhu yang terkontrol mengandung kalsium yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen. Salah satu jenis kerang di Kota Bengkulu adalah kerang lokan yang isinya diambil untuk dimakan dan cangkangnya menjadi limbah. Penelitian ini akan memanfaatkan cangkang lokan yang dijadikan abu sebagai bahan tambah campuran beton untuk melihat perkembangan kekuatan beton pada umur awal dan umur setelah 28 hari. Beton rencana menggunakan fas 0,5 dan slump 60-100 cm. Jumlah sampel 140 buah, berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Persentase penambahan abu cangkang lokan yaitu 2,5%, 5%, dan 10% dari berat semen yang akan diuji terhadap kekuatan diumur awal beton dan perkembangan kekuatannya diumur setelah 28 hari yaitu umur pengujian 3, 7, 14, 28, 56 hari, 120 hari (3 bulan) dan 180 hari (6 bulan), hasil yang didapat pada umur awal tidak ada kontribusi peningkatan kuat tekan beton untuk penambahan 2,5% dan 10% abu cangkang lokan, sedangkan umur 3 hari penambahan 5% ACL memberikan nilai kuat tekan beton yang lebih besar dari beton normal. Penambahan 5% ACL dapat meningkatkan kekuatan tekan beton setelah 28 hari, dan mencapai nilai optimum pada usia 180 hari sebesar 49,42 Mpa.

Kata kunci : abu cangkang lokan, umur beton, kuat tekan beton

Abstract

The sea-shell ash content high of calcium carbonate, if heated in controlled temperature will contain a calcium, as substitute a part of cement. One of the sea-shell type in Bengkulu town is lokan shell which the contents taken to be eat and the shell become waste. This research will exploit sea-shell ash which added as concrete mixture to see develop of concrete compressive strength at early age and after 28 day. The concrete mix design use fas 0,5 and slump 60-100cm. Used 140 silinder sample, dimension 15cm diameter and 30cm heigh. Percentage of addition of sea shell ash is 2,5%, 5%, and 10% from cement weight. Test parameter included compressive strength test at the age of 3, 7, 14, 28, 56 days, 120 day (3 months) and 180 day (6 months). The result is at early age the concrete strength is not significantly affected when concrete is added by 2,5% and 10% of the mixture of sea-shell ash, in addition 5% sea shell bigger than concrete without sea shell ash. In addition 5% sea shell ash can improve concrete strength after 28 day, and reach optimum value at age 180 day is 49,42 Mpa , strong depress concrete.

Keywords :Lokan shell ash, concrete age, concrete strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar, yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung (Dipohusodo, 1994). Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (SK-SNI T-03-2847-2002;6)

Beton dapat diberikan bahan tambah untuk memperbaiki performa beton terutama kekuatannya. Bahan tambah yang digunakan dapat berupa bahan tambah kimia dan bahan tambah alami yang berasal dari alam. Penggunaan bahan-bahan limbah yang diolah dan memiliki sifat pozzoland dapat meningkatkan performa kekuatan beton. Fungsi dari bahan tambah adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, misalnya agar beton lebih mudah dikerjakan, pengerasan lebih cepat untuk menghemat biaya ataupun tujuan lain.

Menurut mulyono (2004) bahan tambah mineral dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton, bahan tambah mineral adalah *pozzolan, fly ash, slag dan silica fume*. Keuntungan penggunaan bahan mineral adalah:

1. Memperbaiki kinerja beton
2. Mengurangi panas hidrasi dan biaya pekerjaan beton
3. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat dan reaksi alkali-silika
4. Mempertinggi usia beton, kekuatan beton dan keawetan beton
5. Mengurangi penyusutan, porositas dan daya serap air dalam beton

Menurut Nugraha (2007) mineral pembantu yang digunakan umumnya bersifat pozzolanik yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas (kalsium hidroksida) yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

Menurut Wahyu (2004), kandungan kalsium cangkang kerang berkisar 37% – 39%, selain itu cangkang kerang juga mengandung SiO_2 sekitar 0,82%.

Erfina (2009), melakukan penelitian mengenai besarnya kandungan kalsium oksida (CaO) yang terdapat pada cangkang kerang jenis lokan. Hasilnya kandungan CaO yang terdapat pada cangkang lokan sebesar 53,03%.

Wahyuni (2008), melakukan penelitian dengan menggunakan campuran abu cangkang kerang dan abu sekam dengan perbandingan 65%:35% yang kemudian ditambahkan ke dalam campuran beton dengan mengurangi jumlah semen berdasarkan berat sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14, 28, 56, 90, dan 120 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian 5%, 10%, dan 15% berat semen dengan menggunakan campuran abu cangkang kerang dan abu sekam memberikan nilai optimal yang mendekati kuat tekan rata-rata beton normal.

Dengan kandungan kalsium yang tinggi pada cangkang lokan tersebut, limbah abu cangkang lokan diharapkan dapat menambah kekuatan awal pada beton, karena bahan utamanya yang juga merupakan salah satu komposisi semen dapat meningkatkan kekuatan beton. Penyerapan air oleh abu cangkang lokan menyebabkan kadar air pada adukan berkurang, karena semakin sedikit air maka beton akan semakin cepat mengeras. Namun beton diharapkan masih memiliki *workability*.

Dari potensi Kota Bengkulu sebagai daerah yang memiliki garis pantai yang panjang, terdapat cukup banyak bahan limbah yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam produksi beton, seperti limbah cangkang lokan yang daging isinya dikonsumsi masyarakat. Saat ini pemanfaatan limbah ini belum optimal, biasanya cangkang lokan yang telah diambil isinya ada yang dibuat souvenir tapi sebagian besar belum dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah yang berserakan yang dapat merusak lingkungan dan menimbulkan bau busuk.

Dalam suatu proyek konstruksi dibutuhkan bahan tambah yang dapat meningkatkan kekuatan beton, pada pelaksanaan di lapangan untuk pembongkaran bekisting yang lebih cepat dibutuhkan kekuatan beton diumur awal, sehingga konstruksi bisa lebih cepat. Begitu juga pelaksanaan di lapangan, proyek yang mengalami *crash program* pada saat proses pengecoran dibutuhkan bahan tambahan kimia yang berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Hal ini dimaksudkan untuk mempercepat proses konstruksi. Penambahan bahan kimia yang mempercepat kekuatan awal beton *accelerating* di pasaran cukup mahal, dan penggunaan bahan kimia ini juga berdampak terhadap kekuatan beton dalam jangka panjang. Beton sendiri memiliki kekuatan yang disyaratkan pada umur 28 hari. Abu cangkang lokan diharapkan dapat berfungsi sebagai bahan tambah alami yang dapat dimanfaatkan dalam campuran beton untuk mempercepat pengikatan awal beton sehingga beton dapat cepat mengeras. Namun terkadang penambahan bahan tambah juga berpengaruh terhadap kekuatan beton pada usia lama, penelitian ini juga ingin melihat perkembangan kekuatan beton pada umur setelah 28 hari. Penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui pengaruh penambahan abu dari limbah cangkang lokan dalam disain campuran beton dalam 3

persentase yaitu 2,5%, 5% dan 10% dari berat semen untuk melihat kekuatan beton diumur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, 56 hari, 3 bulan dan 6 bulan yang dibandingkan terhadap beton normal.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan menambahkan abu cangkang lokan sebagai bahan tambah pada campuran beton sebesar 2,5%, 5% dan 10%.

Alat dan Bahan Penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir sungai dari daerah Curup yang bertekstur kasar, batu pecah/split dengan ukuran maksimum 20 mm, semen PCC berat 50 kg dan Cangkang Lokan yang di masukkan ke *furnace* dengan suhu 800°C sampai menjadi abu.

Tahapan-tahapan Penelitian.

1. Pemeriksaan sifat-sifat agregat pembentuk beton

Sebelum dibuat disain campuran beton, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan sifat fisis dari agregat kasar dan agregat halus yang mencakup, pemeriksaan modulus kehalusan butir, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan berat isi, pemeriksaan berat Jenis, semua pemeriksaan ini sesuai dengan SK SNI-03-1969-1990.

2. Pembuatan disain campuran beton

Semua data hasil pemeriksaan sifat-sifat agregat digunakan dalam disain campuran beton . Perencanaan Beton dengan FAS 0,5 dan nilai slump 60-12 mm berdasarkan SK. SNI. T-15-1990-03.

Jumlah sampel yang akan diuji adalah sejumlah 140 benda uji dengan rincian:

Tabel 1. Tabel Benda Uji

No	Umur	Beton Normal	Persentase abu cangkang Lokan		
		0%	2,5	5	10
1	3 hari	5	5	5	5
2	7 hari	5	5	5	5
3	14 hari	5	5	5	5
4	28 hari	5	5	5	5
5	56 hari	5	5	5	5
6	3 bulan	5	5	5	5
7	6 bulan	5	5	5	5
Jumlah		140 buah benda uji			

Tabel 2. Hasil Uji Fisis Agregat

No	Jenis pengujian	Agregat Halus (Pasir)	Standar	Agregat Kasar (Split)	Standar
1.	Modulus Halus Butir	1,614	1,5-3,8	6,56	5,0-8,0
2.	Kadar lumpur	1,6%	< 5%	1,4%	< 1%
3.	Kadar Air	0,81%		2,04%	
4.	Berat Jenis (SSD)	2,63	2,5-2,7 atau > 1,2	2,65	2,5-2,7 atau > 1,2
5.	Penyerapan	2,1%		1,5%	
6.	Berat Isi	1,44167 gr/cm ³		1,36167 gr/cm ³	

3. Pengetesan sampel

Setelah dilakukan perawatan beton dengan perendaman selama 26 hari, dilakukan uji kuat tekan akan dilakukan pada umur 3, 7, 14 hari, 28, 56 hari, 3 dan 6 bulan untuk melihat perkembangan kekuatan tekan dari masing-masing sampel. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat uji kuat tekan (*Concrete Compression Machine*) dengan kapasitas 150 KN.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji fisis yang terdapat pada Tabel 2 menunjukkan agregat yang digunakan memenuhi standar SK SNI-03-1969-1990.

Dari hasil pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar, dibuat *trial mixed of concrete* dengan beton rencana menggunakan fas 0,5, nilai slump rencana adalah 30-60 mm. Dari hasil percobaan komposisi yang didapat untuk perbandingan semen : pasir : split adalah 1 : 1,27 : 2,97.

1. Hasil dan Pembahasan *Slump* Beton

Nilai slump rencana adalah 30-60 mm, hasil dari nilai slump dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini, dimana semua *slump* yang didapat masuk ke dalam *range* rencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian agregat terdiri dari agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Table 2

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Nilai *Slump* untuk Masing-Masing Komposisi Beton

Jenis beton	Cetakan	Rata-rata Slump
Beton Normal	1	4.7
	2	3.3
	3	4.8
	4	4.2
Beton dengan penambahan 2,5% ACK	1	4.3
	2	5.6
	3	5.0
	4	3.0
Beton dengan penambahan 5% ACK	1	6.7
	2	6.0
	3	5.2
	4	4.0
Beton dengan penambahan 10% ACK	1	6.2
	2	6.0
	3	3.8
	4	3.1

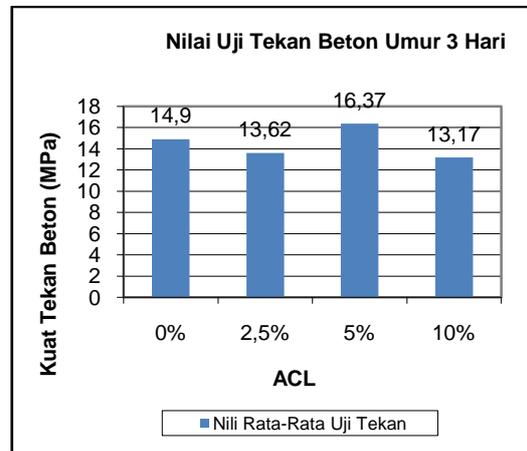
Hasil nilai *slump* yang terdapat pada Table 3 untuk setiap cetakan/pengadukan menunjukkan slump masuk dalam *range* rencana.

2. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda uji untuk pengujian kuat tekan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan 4 (empat) jenis variasi beton yaitu pengujian kuat tekan beton normal, pengujian kuat tekan beton dengan campuran tambahan 2,5%, 5% dan 10% Abu Cangkang Lokan (ACL). Masing-masing benda uji di lakukan uji tekan pada umur 3, 7, 14, 28, 56, 90 dan 180 hari. CaO didapat dari Abu Cangkang Lokan (ACL). Nilai rata-rata masing uji tekan berdasarkan hari dapat dilihat sebagai berikut :

a. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 3 hari

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 3 hari dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini,

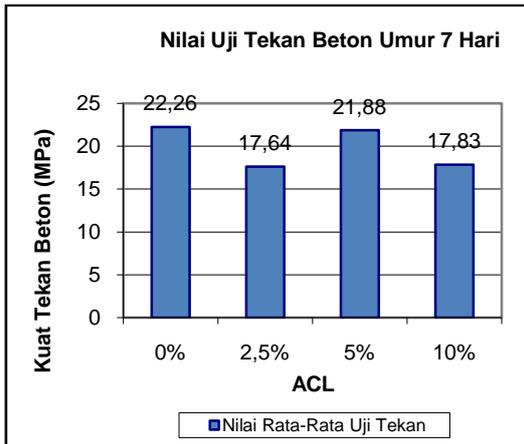


Gambar 2. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 3 Hari

Untuk umur 3 hari beton dengan penambahan 5% ACL memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 16,37 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton ACL 5% yaitu beton normal yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 14,9 MPa. Diperoleh ikatan yang baik pada umur 3 hari untuk penambahan 5% ACL.

b. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 7 hari

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari dimana untuk umur ini beton masih berada pada umur awal dan belum memiliki kekuatan penuh, hasil kuat tekan rata-rata beton dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini,

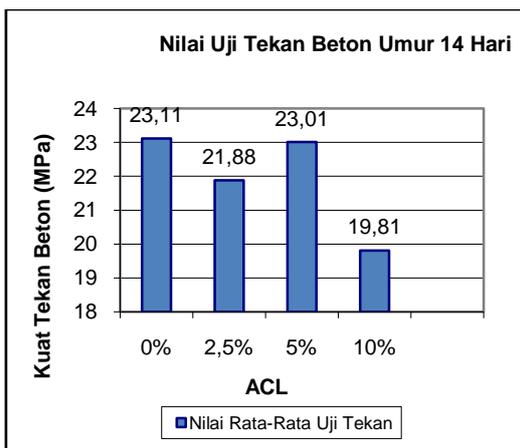


Gambar 3. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 7 Hari

Untuk umur 7 hari beton normal memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 22,26 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton normal yaitu beton dengan penambahan 5% ACL yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 21,88 MPa. Dengan begitu beton dengan penambahan 5% ACL mengalami perlambatan laju kekuatan dibandingkan beton normal.

c. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 14 hari

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 14 hari dapat dilihat pada Gambar 4.



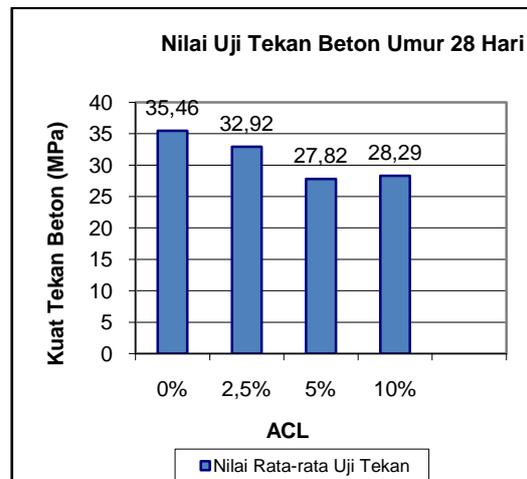
Gambar 4. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 14 Hari

Untuk umur 14 hari beton normal memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 23,11 MPa, sedangkan yang mendekati kuat

tekan beton normal yaitu beton dengan penambahan 5% ACL yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 23,01 MPa. Selisih dengan beton normal kecil yaitu 0,1 MPa.

d. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari, dimana beton telah mendapatkan kekuatan penuh dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini,



Gambar 5. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 28 Hari

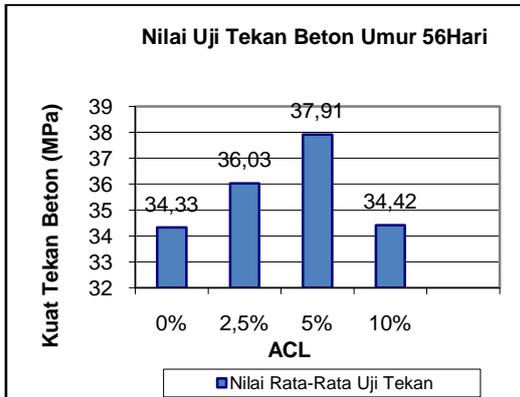
Untuk umur 28 hari beton normal memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 35,46 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton normal yaitu beton dengan penambahan 2,5% ACL yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 32,92 MPa. Terjadi perubahan trend untuk umur 28 hari.

e. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 56 hari

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 56 hari dapat dilihat pada Gambar 6.

Untuk umur 56 hari beton dengan penambahan 5% ACL memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 37,91 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton tertinggi yaitu beton dengan penambahan

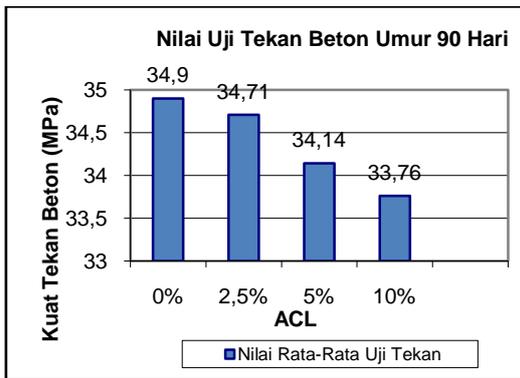
2,55% ACL. Untuk umur 56 hari kuat tekan beton normal adalah terendah.



Gambar 6. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 56 Hari

f. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 90 hari (3 bulan)

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 90 hari dapat dilihat pada Gambar 7.

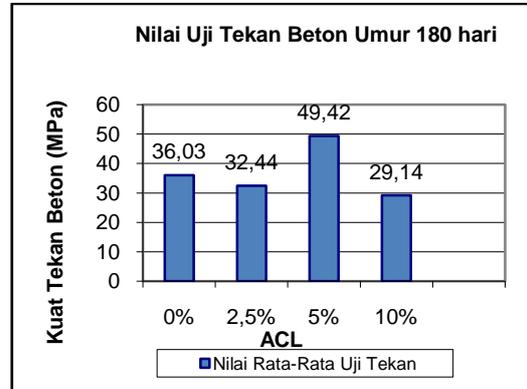


Gambar 7. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 90 Hari.

Untuk umur 90 hari beton normal memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 34,9 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton normal yaitu beton dengan penambahan 2,5% ACL yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 34,71 MPa. Selisih antara ketiga beton variasi dengan beton normal kecil sekitar 1-1,5 MPa.

g. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 180 hari (6 bulan)

Adapun hasil dari nilai kuat tekan beton pada umur 180 hari dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini,



Gambar 8. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Umur 180 Hari

Untuk umur 180 hari beton dengan penambahan 5% ACL memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 49,92 MPa, sedangkan yang mendekati kuat tekan beton tertinggi yaitu beton normal dengan kuat tarik 36,03 MPa. Peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan 5% ACL sangat signifikan, hal ini menunjukkan terdapat kontribusi ACL dalam peningkatan kekuatan beton pada umur 180 hari.

Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur dan Komposisi Beton

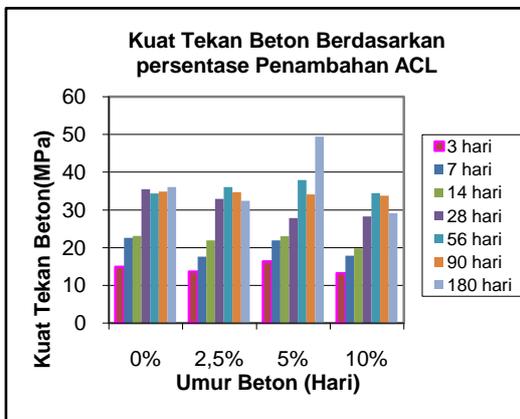
Pembahasan ini dimaksudkan menggabungkan grafik kuat tekan rata-rata beton berdasarkan umur dan komposisi beton dengan penambahan abu sekam dan abu kulit kerang sebagai pengganti sebagian semen, sehingga dapat dilihat perbandingan kuat tekan rata-rata yang didapat berdasarkan beton normal.

Dari pembahasan di atas sudah dapat dilihat adanya pengaruh atau kontribusi penambahan abu cangkang lokan terhadap laju perkuatan pada umur awal sampai umur 6 bulan, meskipun tidak terdapat trend yang linier, namun ada pengaruh positif terhadap penambahan 5% abu cangkang lokan.

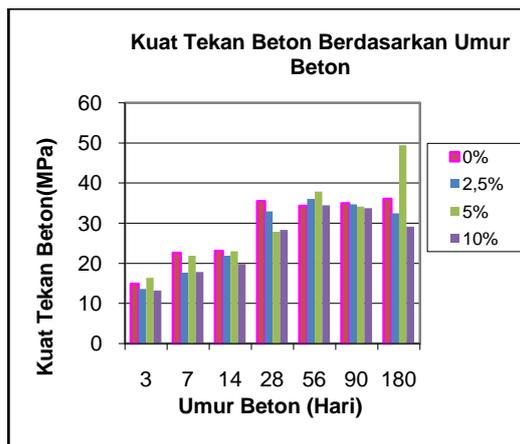
Berikut adalah tabel dan gambar yang mendeskripsikan hubungan-hubungan komposisi penambahan ACL dengan umur.

Tabel 4. Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur dan Komposisi Beton

Umur Beton (Hari)	Persentase Penambahan			
	0%	2,5%	5%	10%
3	14,9	13,62	16,37	13,17
7	22,26	17,64	21,88	17,83
14	23,11	21,88	23,01	19,81
28	35,46	32,92	27,82	28,29
56	34,33	36,03	37,91	34,42
90	34,90	34,71	34,14	33,76
180	36,03	32,44	49,42	29,14



Gambar 9. Grafik Nilai Uji Tekan Beton Persentase Penambahan ACL



Gambar 10. Grafik Kuat Tekan Beton berdasarkan Umur dan Komposisi Beton

1. Berdasarkan Umur dari Tabel 4 dan Gambar 9.

- Beton akan mencapai kekuatan pada umur 28 hari dan akan terus meningkat dengan bertambahnya waktu, pada beton normal 0% penambahan ACL kuat tekan beton terus naik sampai umur 28 hari, untuk umur 56 dan 90 hari kekuatan beton menurun dan naik lagi pada umur 180 hari dan melebihi kekuatan beton umur 28 hari. Kekuatan optimum terjadi pada umur 180 hari sebesar 36,03 MPa.
- Untuk beton dengan penambahan 2,5% ACL kuat tekan beton terus naik sampai umur 56 hari dan menurun untuk umur 90 dan 180 hari. Kekuatan optimum terjadi pada umur 56 hari sebesar 36,03 MPa.
- Untuk beton dengan penambahan 5% ACL kuat tekan beton terus naik sampai umur 56 hari dan menurun untuk umur 90 hari, selanjutnya beton kembali naik pada usia 180 hari. Kekuatan optimum terjadi pada umur 180 hari sebesar 49,42 MPa.
- Untuk beton dengan penambahan 10% ACL kuat tekan beton terus naik sampai umur 56 hari dan menurun untuk umur 90 dan 180 hari. Kekuatan optimum terjadi pada umur 56 hari sebesar 34,42 MPa.

2. Berdasarkan Persentase ACL dari Tabel 4 dan Gambar 10.

Berdasarkan persentase Penambahan 0%, 2,5%, 5% dan 10% Abu Cangkang Lokan (ACL) maka hasil penelitian memperlihatkan komposisi 5% ACL memberikan nilai optimum pada usia 3 hari, 56 hari dan 180 hari dibandingkan beton normal dan beton variasi lainnya. Sedangkan pada usia 7, 14, 28 dan 90 hari penambahan ACL tidak memberikan kontribusi peningkatan kekuatan untuk campuran manapun. Secara umum untuk umur awal tidak ada kontribusi penambahan 2,5% dan 10%

ACL untuk meningkatkan kekuatan awal beton. Untuk umur setelah 28 hari penambahan 5% ACL memberikan kontribusi perkembangan kekuatan yang baik dan mencapai kekuatan optimum pada usia 180 hari sebesar 49,42 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Secara umum untuk umur awal tidak ada kontribusi penambahan 2,5% dan 10% ACL untuk meningkatkan kekuatan awal beton. Sedangkan kuat tekan beton dengan penambahan 5% dapat melebihi beton normal untuk umur 3 hari.
2. Penambahan 2,5% dan 10% ACL tidak memberikan kontribusi terhadap perkembangan kekuatan beton baik di umur awal maupun setelah umur 28 hari.
3. Penambahan 5% ACL dapat meningkatkan kekuatan tekan beton setelah 28 hari, dan mencapai nilai optimum pada usia 180 hari sebesar 49,42 MPa

Saran

Saran yang diberikan adalah:

1. Dapat dicoba penelitian dengan menggunakan cangkang kerang jenis selain lokan, seperti remis, siput, dan lain-lain.
2. Perlu pengolahan khusus dalam pemanfaatan limbah yang ada diantaranya limbah kulit kerang, yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu material bahan bangunan, sehingga mendukung pembangunan berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

DPU, 1990, SK. SNI T-15-1990-03: *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung.

DPU, 2002, SK-SNI T-03-2847-2002;6: *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung.

DPU, 1990, SK SNI-03-1969-1990: *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung.

Erfina, E., 2009, *Pemanfaatan Kalsium Oksida (CaO) Cangkang Kerang Jenis Remis dan Lokan Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Beton*, Jurnal, Fakultas MIPA Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Nugraha, P., 2007, *Teknologi Beton*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.

Wahju, J., 2004, *Ilmu Nutrisi Unggas*, UGM Press, Yogyakarta.

Wahyuni, S., 2008, *Pemanfaatan Limbah Abu Sekam dan Abu Kulit Kerang Dalam Campuran Beton*, Penelitian Dosen Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu.