

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PALU DAN AGREGAT HALUS PASIR MAHAKAM

Suhendar Rahmadi^{1*} Fachriza Noor Abdi¹, Budi Haryanto¹

¹ Program Studi Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda, Kampus Gunung Kelua
Jalan Sambaliung No. 9, Samarinda 75119 Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315

*Email: suhendar.rahmadi@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan, manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang dipakai di lapangan. Sebagian besar Indonesia adalah daerah perairan laut oleh karena itu perlu mencari inovasi baru untuk campuran beton dengan menggunakan hasil laut yang sudah tidak dimanfaatkan lagi berupa limbah. Hal tersebut memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan lagi, seperti cangkang kerang. Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan sehingga dengan harapan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik beton. Pengujian kuat tekan menggunakan total 36 sampel terdiri dari beton normal dan 5 variasi kadar serbuk cangkang kerang mulai dari 3%; 4%; 5%; 6%; 7%. Dimana sebanyak 3 buah sampel untuk masing-masing uji sampel. Perancangan campuran menggunakan metode standar SK SNI T-15-1990-03. Semua sampel dibuat dengan menggunakan cetakan kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm. Pengujian akan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing-masing beton normal dan variasi serbuk cangkang kerang 3%; 4%; 5%; 6%; 7% berturut – turut pada umur 14 hari adalah 16,609 MPa; 17,390 MPa; 17,520 MPa; 18,464 MPa; 18,688 MPa dan 18,655 MPa. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 21,233 MPa; 22,430 MPa; 22,591 MPa; 22,828 MPa; 23,071 MPa dan 22,634 MPa. Dengan peningkatan kuat tekan maksimum yaitu 22,84 MPa pada kadar optimum 5,8%.

Kata kunci : Bahan Tambah, Beton, Kuat Tekan, Serbuk Cangkang Kerang

1. PENDAHULUAN

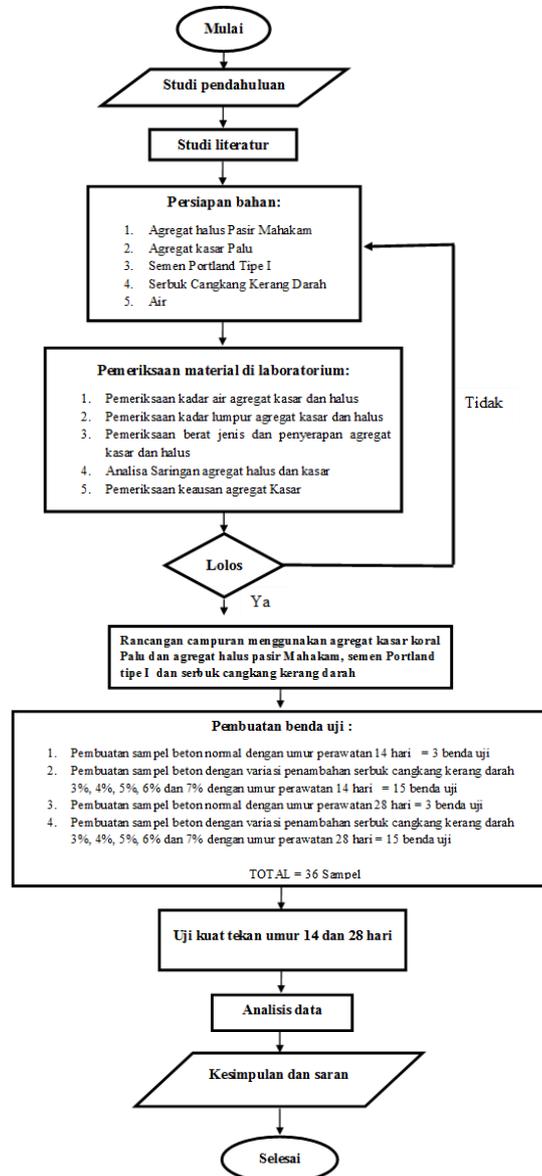
Secara umum bahwa pertumbuhan dan perkembangan konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir sebagian besar material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*) yang dipadukan dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya. Konstruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan, bendungan, saluran air dan lain-lain. Konstruksi beton dapat dibagi menjadi dua bagian berdasarkan fungsinya, yaitu konstruksi bawah dan atas (Mulyono, 2004). Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah. Di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan, manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang dipakai di lapangan. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan kekuatan tekan beton, memperbaiki kinerja (*workability*).

Bahan-bahan limbah di sekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Sebagian besar Indonesia adalah daerah perairan laut oleh karena itu perlu mencari inovasi baru untuk campuran beton dengan menggunakan hasil laut yang sudah tidak dimanfaatkan lagi berupa limbah. Hal tersebut memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan lagi, seperti cangkang kerang. Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan yaitu mengandung zat kapur (CaO), aluminium oksida dan silika. sehingga Dengan harapan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik beton. Hal inilah yang menjadi dasar penulis memanfaatkan limbah sisa cangkang kerang untuk pembuatan beton. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui pengaruh penambahan cangkang kerang pada campuran beton dengan menggunakan agregat kasar Palu dan agregat halus pasir Mahakam terhadap kuat tekan.

- b. Mengetahui perkembangan nilai kuat tekan beton antara beton normal dan beton dengan penambahan serbuk cangkang kerang pada campuran beton dengan agregat kasar Palu dan agregat halus pasir Mahakam.
- c. Mengetahui kadar optimum dari cangkang kerang pada campuran beton dengan menggunakan agregat kasar Palu dan agregat halus pasir Mahakam.

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Bagan Alur (*Flow Chart*) Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan meliputi penghalusan cangkang kerang dan persiapan bahan penyusun beton.
2. Pemeriksaan material bahan penyusun beton.
3. Perancangan campuran beton.
4. Pembuatan benda uji, meliputi pencampuran, pengadukan, uji kelecakan campuran dengan pengujian *slump*, percetakan serta perawatannya.
5. Pengujian kuat tekan.

Bahan penyusun beton yang digunakan adalah:

1. Semen *Portland* Tipe I merk Tonasa
2. Agregat Kasar Palu
3. Agregat Halus Pasir Mahakam
4. Air
5. Serbuk Cangkang Kerang Darah

Bahan tambah serbuk cangkang kerang darah telah lolos saringan No. 200.

Pembuatan sampel beton dilakukan sesuai dengan metode standar SK SNI T-15-1990-03. Sampel beton dibuat dengan menggunakan cetakan kubus dimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm, sebanyak 3 sampel setiap pengujian. Digunakan 4 variasi kadar serbuk cangkang kerang yang digunakan yaitu 3%, 4%, 5%, 6% dan 7%. Sebagai pembandingan dibuat pula sampel beton normal. Pengujian akan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari.

3. PEMBAHASAN DAN ANALISIS

3.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian material untuk campuran beton antara lain:

- a. Kadar air agregat. Tujuannya adalah untuk memperoleh persentase kadar air yang terkandung dalam agregat.
- b. Kadar lumpur agregat. Tujuannya adalah untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat.
- c. Berat jenis serta penyerapan agregat kasar dan berat jenis serta penyerapan agregat halus. Tujuannya adalah untuk mengetahui berat jenis dan persentase berat air yang terkandung (dapat diserap) oleh agregat.
- d. Analisis saringan agregat kasar dan halus. Hasil dari analisis saringan ini digunakan untuk menentukan gradasi campuran.
- e. Keausan agregat kasar. Tujuannya adalah untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan dan nilai abrasi ini merupakan indikator dari kekerasan suatu agregat.

Hasil pengujian material agregat yaitu diketahui agregat kasar ukuran maksimum butir 20 mm dan agregat halus masuk zona IV. Hasil pengujian material yang dilakukan di Laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1. dari hasil pengujian dapat disimpulkan, agregat kasar Palu dan agregat halus pasir Mahakam yang akan digunakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan penyusun beton.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat

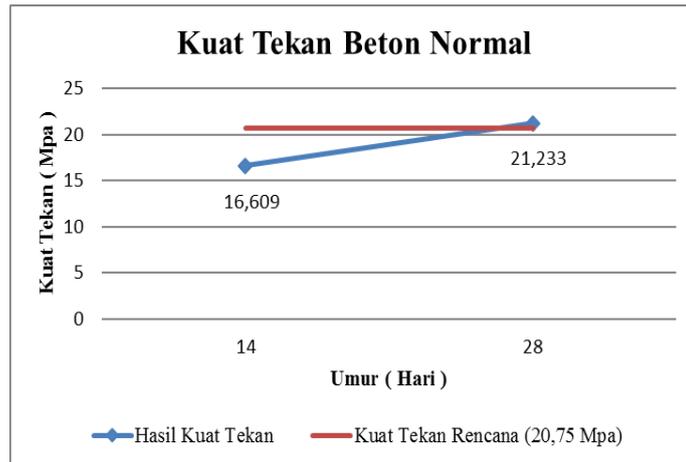
Jenis Pengujian Material	Agregat Halus	Agregat Kasar
Kadar Air	5,36 %	2,96 %
Kadar Lumpur	2,44 %	0,79 %
Berat Jenis	2,43 kg/cm ³	2,62 kg/cm ³
Penyerapan	2,082 %	1,35 %
Modulus Halus Saringan	2,17	7,02
Keausan Agregat	-	16,7 %

3.2 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan pada umur 14 dan 28 hari. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

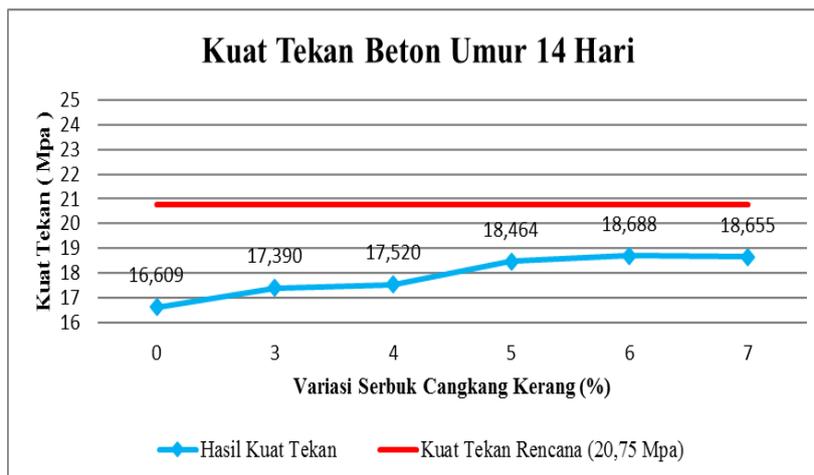
Tabel 2. Hasil Kuat Tekan Beton Normal Umur 14 dan 28 Hari

Umur Beton	Kode Kubus Beton	Kuat Tekan (f _c) (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (f _{cr}) (MPa)	$x_i - x \text{ rata-rata}$	$(x_i - x \text{ rata-rata})^2$	Jumlah (Σ)	Standar Deviasi (S)	Faktor Pengali (k)	$f_c = f_{cr} \cdot (S \times k)$ (MPa)
Hari	Beton	x_i	x rata-rata						
14	N1	16,67	16,67	0,00	0,00	0,08	0,16	0,39	16,609
	N2	16,48		-0,19	0,04				
	N3	16,87		0,19	0,04				
28	N4	22,00	21,40	0,60	0,36	0,56	0,43	0,39	21,233
	N5	21,00		-0,40	0,16				
	N6	21,20		-0,20	0,04				



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Normal 14 dan 28 hari

Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa pada umur 14 hari dengan nilai kuat tekan 16,609 Mpa belum mencapai nilai kuat tekan rencana. Sedangkan, pada umur 28 hari benda uji beton normal tanpa penambahan serbuk cangkang kerang mencapai nilai kuat tekan 21,233 Mpa dan telah mencapai kekuatan tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 20,75 Mpa.



Gambar 3. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Umur 14 Hari

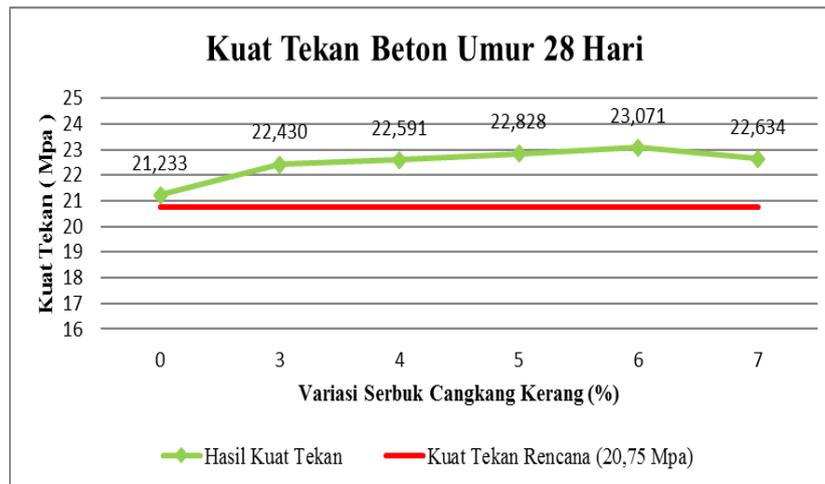
Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Umur 14 Hari

Variasi Serbuk Cangkang Kerang (%)	Kode Kubus Beton	Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (f'cr) (MPa)	$x_i - x \text{ rata-rata}$	$(x_i - x \text{ rata-rata})^2$	Jumlah (Σ)	Standar Deviasi (S)	Faktor Pengali (k)	f'c = f'cr - (S x k) (MPa)
		x_i	x rata-rata						
0	N1	16,67	16,67	0,00	0,00	0,08	0,16	0,39	16,609
	N2	16,48		-0,19	0,04				
	N3	16,87		0,19	0,04				
3	A1	17,65	17,45	0,20	0,04	0,08	0,16	0,39	17,390
	A2	17,45		0,00	0,00				
	A3	17,26		-0,20	0,04				
4	B1	16,87	17,78	-0,91	0,83	1,33	0,67	0,39	17,520
	B2	18,04		0,26	0,07				
	B3	18,43		0,65	0,43				
5	C1	18,83	18,63	0,20	0,04	0,54	0,42	0,39	18,464
	C2	19,02		0,39	0,15				
	C3	18,04		-0,59	0,35				
6	D1	20,01	19,09	0,92	0,85	3,20	1,03	0,39	18,688
	D2	17,65		-1,44	2,08				
	D3	19,61		0,52	0,27				
7	D1	18,04	18,89	-0,85	0,73	1,11	0,61	0,39	18,655
	D2	19,42		0,53	0,28				
	D3	19,22		0,33	0,11				

Dari hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 3, diperoleh hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 6% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi diantara persentase penambahan serbuk cangkang kerang lainnya seperti yang terlihat pada Gambar 3. yaitu dengan nilai 18,688 Mpa.

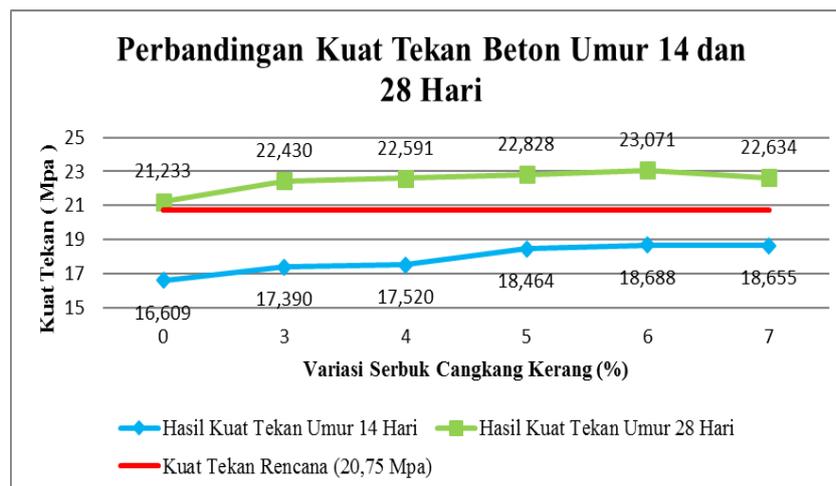
Tabel 4 Hasil Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Umur 28 Hari

Variasi Serbuk Cangkang Kerang (%)	Kode Kubus Beton	Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (f'cr) (MPa)	$x_i - x \text{ rata-rata}$	$(x_i - x \text{ rata-rata})^2$	Jumlah (Σ)	Standar Deviasi (S)	Faktor Pengali (k)	f'c = f'cr - (S x k) (MPa)
		x_i	x rata-rata						
0	N4	22,00	21,40	0,60	0,36	0,56	0,43	0,39	21,233
	N5	21,00		-0,40	0,16				
	N6	21,20		-0,20	0,04				
3	A4	23,20	22,60	0,60	0,36	0,56	0,43	0,39	22,430
	A5	22,40		-0,20	0,04				
	A6	22,20		-0,40	0,16				
4	B4	22,40	22,66	-0,27	0,07	0,11	0,19	0,39	22,591
	B5	22,80		0,13	0,02				
	B6	22,80		0,13	0,02				
5	C4	23,00	22,86	0,13	0,02	0,03	0,09	0,39	22,828
	C5	22,80		-0,07	0,00				
	C6	22,80		-0,07	0,00				
6	D4	23,20	23,20	0,00	0,00	0,32	0,33	0,39	23,071
	D5	23,60		0,40	0,16				
	D6	22,80		-0,40	0,16				
7	D4	22,40	22,73	-0,33	0,11	0,19	0,25	0,39	22,634
	D5	22,80		0,07	0,00				
	D6	23,00		0,27	0,07				



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Umur 28 Hari

Dari hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 4, diperoleh hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 6% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi diantara persentase penambahan serbuk cangkang kerang lainnya seperti yang terlihat pada Gambar 4 yaitu dengan nilai 23,071 Mpa.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Umur 14 dan 28 Hari

Dari hasil pengujian seperti yang terlihat pada grafik di atas, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang dihasilkan telah mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan yaitu 20,75 Mpa. Penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 6% pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan tertinggi di antara persentase penambahan serbuk cangkang kerang lainnya seperti yang terlihat pada gambar 3.4 yaitu 18,688 dan 23,071 Mpa.

Berdasarkan data hasil kuat tekan beton dengan penambahan serbuk cangkang kerang pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* seperti pada gambar 6 dengan persamaan garis $y = -0,0458x^2 + 0,5629x + 21,21$. Dari persamaan garis tersebut dapat dicari nilai kadar optimum serbuk cangkang kerang tersebut. Agar didapat nilai y maksimum, maka:

$$\frac{dy}{dx} = 0 \rightarrow -0,0458x^2 + 0,5629x + 21,21$$

$$\frac{dy}{dx} = (2)(-0,0458x) + 0,5629 = 0$$

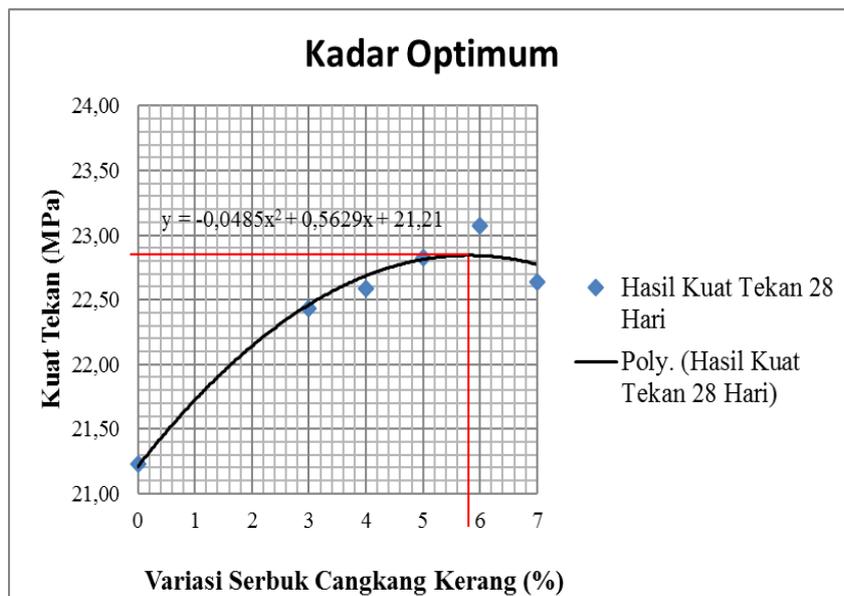
$$\frac{dy}{dx} = -0,097x + 0,5629 = 0$$

$$x = \frac{0,5629}{0,097} \rightarrow x = 5,84 \approx 5,8$$

Untuk dapat nilai y maksimum maka $x = 5,3$. Masukkan nilai x ke dalam persamaan:

$$\begin{aligned} y &= -0,0458x^2 + 0,5629x + 21,21 \\ &= -0,0458(5,84)^2 + 0,5629(5,84) + 21,21 \\ &= 22,84 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Jadi, kadar optimum dari penambahan serbuk cangkang kerang pada campuran beton yaitu sebesar 5,8% dengan nilai kuat tekan beton 22,84 Mpa.



Gambar 6. Grafik *Polynomial* Kadar Optimum Penambahan Serbuk Cangkang Kerang pada Campuran Beton

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Penambahan serbuk cangkang kerang hingga kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan peningkatan nilai kuat tekan.
- Kuat tekan beton tanpa penambahan serbuk cangkang kerang adalah sebesar 16,609 MPa pada umur 14 hari dan 21,233 MPa pada umur 28 hari sedangkan nilai kuat tekan maksimum penambahan serbuk cangkang kerang terjadi pada persentase 6% sebesar 18,688 MPa pada umur 14 hari dan 23,071 MPa pada umur 28 hari.
- Kadar optimum penambahan serbuk cangkang kerang berada pada persentase 5,8% dengan nilai kuat tekan sebesar 22,84 MPa meningkat 7,57% terhadap nilai kuat tekan beton normal.

4.2 Saran

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan pada penelitian ini dapat diambil saran sebagai berikut



- a. Karena tingginya kadar klorida pada serbuk cangkang kerang, untuk menghindari korosi pada baja tulangan maka bahan tambah serbuk cangkang kerang tidak dapat digunakan pada beton struktur yang menggunakan baja tulangan atau bahan lain yang dapat bereaksi dengan klorida.
- b. Karena tingginya kadar klorida pada serbuk cangkang kerang, untuk menghindari korosi pada baja tulangan maka bahan tambah serbuk cangkang kerang tidak dapat digunakan pada beton struktur yang menggunakan baja tulangan atau bahan lain yang dapat bereaksi dengan klorida.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmalia, R., 2016, *Kuat Tekan dan Sorptivity Beton Dengan Serbuk Kulit Kerang (Anadara Granosa)*. Jurnal, Riau: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau
- Broomfield, J.P., 1997, *Corrosion of Steel in Concrete*, London: E&FN Spon
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus*. SNI 03-1968-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 03-1970-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 03-1969-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. SNI 03-1971-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Slump Beton*. SNI 03-1972-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Keausan Agregat Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 03-2417-1991
- Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, *Pedoman Beton 1989*. Jakarta: DPU, 1989
- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan
- Fahirah, F., 2007, *Korosi Pada Beton Bertulang dan Pencegahannya*, Jurnal, Palu: Universitas Tadulako
- Irwan, 2003, *Korosi Baja Tulangan Beton Akibat Penetrasi Ion Klorida*, Jurnal, Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe
- Jones, D.A., 1992, *Principles and Prevention of Corrosion*, New York: Macmillan Publishing Company
- Liemawan, A., 2015, *Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (Perna Viridis L.) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi*. Jurnal, Surabaya: Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mulyono, Tri., 2004, *TEKNOLOGI BETON*, Edisi II, Yogyakarta.
- Nguyen, D, H., Boutouil, M., Sebaibi, N., Leleyter, L., Baraud, F., 2013. *Valorization of seashell by-products in pervious concrete pavers. Construction and Building Materials*. Jurnal, *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Nugraha, P., dan Antoni., 2007, *TEKNOLOGI BETON (dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi)*, Yogyakarta.
- Purwono, Rachmat., Tavio., Iswandi, Imran., dan I, Gusti., 2009, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan*, Surabaya.
- Rahmadiyanto, C., Samekto, W., 2005, *TEKNOLOGI BETON*, Yogyakarta: Kanisius
- Sunggono, K., H., 1995, *Teknik Sipil*, Bandung.



Sutrisno, 2009, *Tinjauan Modulus Elastisitas dan Piosson Ratio Beton Serat Performa Tinggi dengan Penambahan Silica Fume, Fly Ash dan Serat Baja*. Skripsi, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.