**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG SIMPING** **DAN PASIR SILIKA SEBAGAI SUBTITUSI AGREGAT HALUS PADA PASANGAN MORTAR BETON**

**Diki Sadikin**

Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

E-mail: dikisadikin2@gmail.com

**Mochamad Firmansyah**

Dosen Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

**Abstrak**

Perkembangan pembangunan di Indonesia sangatlah pesat. Hal ini diiringi dengan peningkatan kebutuhan perumahan sehingga berimbas pada meningkatnya kebutuhan mortar. Komposisi utama dari mortar adalah agregat halus yaitu pasir. Sehingga penggunaan agregat halus pasir juga mengalami peningkatan. Pada penelitian ini komposisi agregat halus tidak hanya menggunakan pasir tapi juga menggunakan pasir silika dan cangkang simping. Sehingga dapat mengurangi penggunaan pasir dan meningkatkan penggunaan limbah cangkang simping. Limbah cangkang simping yang digunakan berada di daerah Lumpur Gresik. Dimana kerang simping selama ini hanya dimanfaatkan dagingnya saja oleh penduduk setempat, sedangkan untuk cangkang - cangkangnya belum dimanfaatkan dengan optimal. Hal ini menimbulkan masalah yaitu limbah cangkang simping yang menumpuk di daerah pesisir pantai. Cangkang simping banyak mengandung zat kapur dan apabila dihancurkan dapat dirubah menjadi pasir sehingga limbah cangkang simping dapat dimanfaatkan. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui pengaruh dari pemanfaatan limbah cangkang simping dan pasir silika sebagai substitusi agregat halus. Subtitusi agregat halus yang digunakan yaitu 15% limbah cangkang simping, 50% Pasir Silika, dan 35% pasir menggunakan *water cement ratio* *(w/c)* sebesar 0,4851, 0,6, 0.8, 1, dan 1,2. Penelitian ini mengukur hasil dari eksperimen yang dibuat menggunakan uji kuat tekan dan porositas. Hasil nilai kuat tekan *mix design* k sebesar 11,19 Mpa, *mix design* 1 sebesar 4,13 Mpa*, mix design* 2 sebesar 4,95 Mpa, *mix design* 3 sebesar 7,09 Mpa, *mix design* 4 sebesar 12,1 Mpa, *mix design* 5 sebesar 8,8 Mpa. Terjadi peningkatan secara konsisten pada nilai kuat tekan dari *mix design* 1 hingga *mix design* 4, kemudian mengalami penurunan pada *mix design* 5. Sehingga disimpulkan bahwa subtitusi agregat halus pada *mix design* 4 bisa digunakan sebagai subtitusi agregat halus pada mortar.

**Kata Kunci**: Limbah Cangkang Simping, Pasir Silika, Agregat Halus, Mortar, *Water Cement Ratio* *(w/c)*.

***Abstract***

*The development of building in Indonesia is rapidly increasing. This has been accompanied by increasing the demand of housing, which has resulted the increasing demand for mortar. The main composition of mortar is fine aggregate sand. So the using of fine aggregate sand has also increasing. In this study, the composition of fine aggregate is not only sand but also silica sand and Scallop shells. So this study can reduce the use of sand and increase the using of waste shells. The waste shell that used is from Gresik. Where the scallop usually used only its meat by people around the location, whoever the shells are not used optimally. This condition causes waste shells that piled up in coastal areas. Scallop Shells consist of calcium and if it is mashed, it will be formed like sand, so it can give more benefit. This research was conducted to determine the impact of utilization in both of Scallop Shells waste and silica sand as a substitute for fine aggregate. fine aggregate that used consist of 15% Scallop Shells, 50% silica sand, and 35% sand with water cement ratio (w/c) 0.4851, 0.6, 0.8, 1, and 1.2. This study measures the results of this experiments that made with compressive strength test and porosity tests. The results of the compressive strength of mix design k is 11.19 Mpa, mix design 1 is 4.13 Mpa, mix design 2 is 4.95 Mpa, mix design 3 is 7.09 Mpa, mix design 4 is 12.1 Mpa, and mix design 5 is 8.8 Mpa. There was a continuous increase in the compressive strength value in mix design 1 to mix design 4, but the compressive strength value in mix design 5 was decreasing. From this research can be concluded that fine aggregate substitution of mix design 4 can be used for fine aggregate substitution in mortar.*

***Keywords****: Scallop Shell Waste, Silica Sand, Fine Aggregate, Mortar, Water Cement Ratio* *(w/c)*.

**PENDAHULUAN**

Perkembangan pembangunan yang di Indonesia sangatlah pesat. Hal ini diiringi dengan jumlah populasi manusia yang juga meningkat sehingga berdampak pada meningkatnya kebutuhan bahan bangunan dari tahun – ketahun (Departemen Pekerjaan Umum (PU), 2007). Tentunya bahan yang digunakan dalam suatu bangunan adalah bahan atap, dinding, dan lantai. Permasalahan terbesar dalam pembangunan rumah di Indonesia yaitu harga lahan maupun biaya konstruksi bangunan yang sangat mahal. Sehingga dibutuhkan penelitian untuk menemukan alternatif konstruksi bangunan yang efisien dan ekonomis. Oleh karena itu berbagai penelitian maupun percobaan terkait material mortar telah dilakukan untuk mencari bahan lain sebagai penunjang bahan material mortar yang ramah lingkungan. Campuran mortar menggunakan agregat halus, agregat halus merupakan bahan penyusun mortar yang paling dominan, material penyusun agregat halus yaitu pasir. Meningkatnya kebutuhan material mortar memicu penambangan pasir secara masif sehingga berimbas pada turunnya jumlah sumber daya alam pasir untuk keperluan mortar.

Pada peneltian ini agregat halus yang digunakan tidak hanya pasir tapi juga pasir silika dan cangkang simping. Cangkang dapat menjadi alternatif subtitusi agregat halus. Dimana terjadi peningkatan nilai kuat tekan pada benda uji untuk penggunaan bahan Serbuk Cangkang Bekecot (SCB) (Firmansyah, 2019). Pemakaian cangkang dapat mengurangi penggunaan pasir dan meningkatkan penggunaan limbah cangkang simping. Limbah cangkang simping banyak ditemukan didaerah Gresik. Selama ini mayoritas masyarakat gresik khususnya di daerah Lumpur hanya memanfaatkan daging simping, sedangkan untuk cangkangnya langsung dibuang dan tidak dimanfaatkan.

Hal ini menimbulkan masalah yaitu menumpuknya sampah cangkang di pesisir pantai Lumpur Gresik. Sampah tersebut mengakibatkan lingkungan yang kurang bersih dan tentunya menimbulkan penyakit bagi masyarakat. Pemanfaatan limbah cankang ini akan mengurangi masalah lingkungan dan juga meningkatkan nilai ekonomis konstruksi dan juga kelestarian sumber daya alam (Imani dkk, 2019).

Bedasarkan uji XRF yang kami lakukan cangkang Simping banyak mengandung zat kapur sehingga dapat dijadikan bahan agregat halus mortar. Dimana cangkang kerang terdiri atas kandungan senyawa kimia pozzolan seperti aluminium oksida (Al₂O₃), zat kapur (CaO), dan silika (SiO2). Sehingga cangkang kerang bisa menambah karakteristik beton. (Rahmadi dkk, 2017). Dengan ini, penulis bertujuan untuk memanfaatkan limbah cangang simping menjadi bahan mortar agar lebih bermanfaat.

Selain cangkang simping salah satu penyusun utama subtitusi agregat halus mortar dalam penulisan ini yaitu pasir silika, karena cangkang simping banyak mengandung kalsium (CaO) maka digunakan pasir silika yang mengandung senyawa silikadioksida (SiO2) untuk mengimbangi tingginya kadar kalsium pada cangkang. Pasir silika juga berguna sebagai pengganti pasir karena didalamnya terdapat silikadioksida (SiO2) lebih dari 90% dengan bentuk yaitu *silica fume* (Hurijanto Koentjoro 1993). Dengan adanya subtitusi pasir silika maka diestimasikan dapat meningkatkan kekuatan dibandingkan dengan pasir biasa pada mortar.

Dalam proses pembuatan adukan mortar, tingkat kemudahan pengadukan *workability* menjadi faktor penting yang mempengaruhi *water cement ratio* (w/c) untuk memperoleh kuat tekan. Dalam literatur (Tjokrodimulyo, 2007) bahwa semakin mudah pengerjaan akan berdampak mortar menjadi poros dan banyak rongga, sehingga kekuatan beton menurun.

Oleh karena itu, penulis melaksanakan penelitian pemanfaatan limbah cangkang simping dan pengaruh pasir silika sebagai subtitusi agregat halus pada nilai kuat tekan Mortar. Sehingga penelitian ini dapat menjadi satu solusi dari meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan dari tahun ketahun, juga dapat digunakan dengan mudah oleh masyarakat luas.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini mengunakan metode eksperimental, yaitu berdasarkan refrensi pada jurnal maupun karya ilmiah yang sudah ada untuk selanjutnya dilakukan pengembangan maupun perbaikan lebih lanjut. Selanjutnya dilakukan analisa kuantitatif maupun analisa kualitatif. Metode penelitian eksperimental ini dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data hasil penelitian yang diinginkan. Penelitian ini merancang komposisi penggunaan cangkang simping yang telah dihaluskan. Selanjutnya agregat cangkang simping dicampurkan dengan pasir dan pasir silika yang digunakan sebagai bahan agregat halus. Selain itu juga penelitian ini melakukan proses pengembangan yaitu merancang *water cement ratio (w/c)* yang dapat menghasilkan nilai rasio yang optimal. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengukuran hasil dengan menggunakan perhitungan kuat tekan dan uji porositas mortar kubus (Sugiyono, 2009).

Pada tahap pembuatan benda uji ini dilakukan ada proses yaitu pembuatan kubus mortar. Proses pencampuran mortar pada *mix design* ini dilaksanakan dengan metode yang teliti dan benar guna menghasilkan kuat tekan yang optimum. Secara umum diagram alur yang digunakan dalam penelitian digambarkan pada **Gambar 1** berikut ini:





**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

1. Persiapan

Langkah pertama dilakukan persiapan berupa bahan maupun alat yang dibutuhkan untuk membuat mortar yaitu serbuk cangkang simping, pasir silika, pasir, semen dan aquades.

1. Uji Material
	1. Pengujian pada agregat Halus, yaitu: Uji Gradasi, *Fitneness Modulus,* Kadar Air, Kadar Lumpur, dan Uji Berat Jenis Penyerapan Air.
	2. Pengujian XRF pada material cangkang simping.

Cangkang kerang simping dilakukan uji XRF yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang. Hasil uji XRF disajikan pada **Tabel 1.** sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Uji XRF Cangkang Simping

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Parameter | Satuan | Hasil UjiSimping |
| 1 | S | % | 0,37 |
| 2 | Ca | % | 98,2 |
| 3 | Fe | % | 0,2 |
| 4 | Cu | % | 0,045 |
| 5 | Sr | % | 0,64 |
| 6 | Mo | % | 0,4 |
| 7 | Lu | % | 0,17 |

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

Berdasarkan hasil pengujian, ternyata unsur kimia yang dominan pada cangkang kerang simping adalah Kapur/Kalsium (Ca) yaitu sebesar 98,2%.

1. Rancangan *Mix Design*

Pada penelitian ini dilakukan variasi komposisi Benda uji kubus mortar ini dan selanjutnya dilakukakan uji kuat tekan maupun porositas pada umur tujuh hari, empat belas hari, maupun dua puluh delapan hari, dimana setiap umur dilakukan uji yang berjumlah 3 sampel.

Variabel bebas yang digunakan adalah *water cement ratio* *(w/c)* dengan besaran 0,4851, 0,6, 0.8, 1, dan 1,2. Sedangkan untuk variabel terikat yang digunakan yaitu porositas dan kuat tekan. Sedangkan variabel kontrol yaitu subtitusi agregat halus yang digunakan yaitu 15% limbah cangkang simping, 50% Pasir Silika, dan 35% pasir. Rancangan *mix design pada* penelitian ini disajikan pada **Tabel 2**.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mix design | Semen | Pasir Silika | Pasir | Simping | Air |
| 1 | 1 | 0 | 2,75 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 1,375 | 0,9625 | 0,4125 | 0,485 |
| 3 | 1 | 1,375 | 0,9625 | 0,4125 | 0,6 |
| 4 | 1 | 1,375 | 0,9625 | 0,4125 | 0,8 |
| 5 | 1 | 1,375 | 0,9625 | 0,4125 | 1 |
| 6 | 1 | 1,375 | 0,9625 | 0,4125 | 1,2 |

**Tabel 2.** Rancangan Mix Design Mortar

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

1. pembuatan benda uji

pembuatan benda uji mortarTahapan pengecoran mortar dimulai dengan mencampurkan semenkedalam *mixer* dengan waktu pengadukan kurang lebih 1 menit. Menambahkan pasir kedalam campuran dengan memasukannya secara perlahan dan sedikit demi sedikit, Selanjutnya ditambahkan air dan diaduk kurang lebih 2 menit sampai membentuk pasta. Mortar selanjutnya dicetak pada cetakan kubus yang berukur 5cm x 5cm x 5cm.

1. Perawatan Benda Uji

Pada tahap ini dilakukan uji proses perawatan yaitu dengan menyimpan benda uji pada suatu tempat yang bersuhu ruang dan terlindung dari sinar matahari dan hujan. Penyimpanan ini dilakukan sampai benda uji tiba waktu pengujian.

1. Pengujian pada Benda Uji

Terdapat dua pengujian pada benda uji mortar yang dilakukan pada penelitian ini. Dua pengujian tersebut adalah uji kuat tekan maupun uji porositas. Pengujian terhadap benda uji dilakukan saat sampel berumur 7, 14 dan 28 hari. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* WE – 600B, 360V atau yang sering disebut dengan *Dial Gauge* yang merupakan produksi China. Pada pengujian sampel tiap umur rencana diwakili 6 buah benda uji. Prosedur untuk melakukan tes kuat tekan pada penelitian ini, menggunakan standar metode pengujian ASTM C579-01.

1. Analisa Data

Dilakukan analisa data guna mengetahui pengaruh rasio penambahan optimum *water cement ratio* *(w/c)* terhadap penambahan cangkang simping sebagai substitusi agregat halus pada mortar. Analisa dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kuat tekan, porositas, umur benda uji, dan berat per-volume.

1. Simpulan

Simpulan merupakan langkah terakhir dari suatu penelitian. Dimana dari data yang telah didapatkan selanjutnya diolah dan ditarik kesimpulannya. Kesimpulan ini untuk mengetahaui dan menjawab tujuan dari penelitian ini.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada subbab ini dilakukan analisa kuat tekan saat benda uji mortar berumur optimal yaitu umur 28 hari. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan dikarenakan dapat mengukur besarnya beban maksimum yang diberikan untuk persatuan luas dimana dalam penelitian ini menggunakan cetakan dengan bentuk kubus mortar dengan dimensi 5 cm x 5 cm. Selanjutnya setelah dilakukan uji kuat tekan lalu dilakukan analisa kuat tekan pada umur mortar, kuat tekan pada porositas, dan kuat tekan pada berat / volume benda uji.

1. Analisa Kuat Tekan terhadap Umur Mortar

Pada analisa ini dilakukan uji kuat tekan pada benda uji yang telah disimpan pada 3 periode waktu (umur mortar), yaitu benda uji berumur tujuh hari (seminggu), empat belas hari (dua minggu), dan dua puluh delapan hari (empat minggu). Tujuan dari analisa ini untuk mengetahui pengaruh umur mortar terhadap kuat tekan mortar. Hasilnya yaitu nilai kuat tekan paling optimum diperoleh untuk benda uji berumur dua puluh delapan hari. Hal ini dikarenakan pada umur dua puluh delapan hari gabungan senyawa yang ada didalam mortar telah sepenuhnya bereaksi dan berdampak pada kuat tekan yang dihasilkan menjadi maksimal dan lebih tinggi dibandingkan mortar sebelumnya berumur tujuh hari dan empat belas hari. Keterkaitan hubungan antara kuat tekan dengan umur mortar untuk setiap *mix design* yang disajikan pada **Tabel 3** dan **Gambar 2**:

**Tabel 3.** Hasil Uji Kuat Tekan dan
Umur Mortar

|  |
| --- |
| Kuat Tekan |
| Kode | **7 Hari** | **14 Hari** | **28 Hari** |
| Mk | 7,75 | 7,83 | 11,19 |
| M1 | 1,55 | 2,74 | 4,13 |
| M2 | 4,71 | 4,87 | 4,95 |
| M3 | 5,27 | 6,34 | 7,09 |
| M4 | 6,25 | 8,04 | 12,10 |
| M5 | 6,72 | 7,03 | 8,80 |

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

**Gambar 2.** Grafik Gabungan Hubungan Kuat Tekan dan Umur Benda Uji

Dari grafik diatas, terlihat keterkaitan pada kuat tekan dan juga umur mortar pada setiap *mix design.* Dimana semakin lama umur dari suatu benda uji mortar maka semakin tinggi hasil dari uji kuat tekan. Sebagian besar benda uji pada setiap *mix design* mengalami peningkatan secara optimal pada benda uji yang berumur dua puluh delapan hari. Hal ini dikarenakan didalam benda uji berumur tujuh hari dan empat belas hari, senyawa kimia yang terdapat pada mortar belum bereaksi seutuhnya, sehingga hasil nilai dari uji kuatnya lebih rendah. Sedangkan ketika sudah berumur empat minggu hasil dari uji kuat tekan meningkat secara optimal. Hasil paling maksimal untuk nilai kuat tekan pada mortar adalah *mix design* 4,mortar menggunakan *water cement ratio* sebesar 1 terhadap benda uji saat umur dua puluh delapan hari yaitu sebesar 12,1 Mpa. Sedangkan hasil uji kuat tekan dengan peningkatan terendah yaitu pada *mix design* 0,485 dengan *water cement ratio* sebesar 1 terhadap benda uji saat umur empat belas hari yaitu sebesar 4,13 Mpa.

Dari analisa yang telah dijelaskan diatas, maka kesimpulan yang didapatkan, yaitu hasil uji kuat tekan mortar berbanding lurus terhadap umur benda uji. Sedangkan rasio penambahan *water cement ratio* mempengaruhi selisih peningkatan uji kuat tekan pada benda uji berumur dua minggu dan empat minggu. Dimana selisihnya bertambah secara konsisten hingga mencapai kuat tekan maksimal pada *mix design* 4 menggunakan *water cement ratio* sebesar 1 terhadap benda uji, selanjutnya kuat tekan mengalami penurunan pada *mix design* 5 dengan rasio 8,8% substitusi *water cement ratio* sebesar 1,2 karena pada *mix design* 5 adonan mortar terlalu basah sehingga waktu mencetak adonan sulit untuk ditekan, dan menyebabkan mortar banyak rongga sehingga kuat tekan menjadi tidak maksimal.

1. Analisa Hubungan antara Kuat Tekan dan Porositas

Dilaksanakan pengujian porositas untuk setiap rancangan *mix design* mortar. Uji porositas ini dilakukan guna mencari tingkat kepadatan dari benda uji. Faktor yag mempengaruhi tingkat kepadatan adalah besaran pori benda uji mortar. Keterkaitan antara kuat tekan dengan porositas benda uji digambarkan pada **Tabel 4** dan **Gambar 3**:

**Tabel 4.** Hasil Uji Kuat Tekan dan Porositas

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

**Gambar 3.** Grafik Keterkaitan Hubungan Porositas dan Kuat Tekan Benda Uji

Berdasarkan data yang pada **Tabel 4** dan **Gambar 3**, nilai optimum kuat tekan dihasilkan oleh *mix design* 4 mortar dengan *water cement ratio* sebesar 1 dengan nilainya yaitu 12,1 Mpa dan nilai porositas yaitu 20,59%. Hasil kuat tekan terkecil adalah pada *mix design* 1 dengan *water cement ratio* sebesar 0,485 terhadap benda uji dengan nilai kuat tekan yaitu 4,13 Mpa dengan nilai porositas yaitu 39,74%. Pada **Gambar 3** menunjukkan grafik atas terjadinya penurunan tingkat porositas seiring meningkatnya nilai kuat tekan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil nilai porositas mortar ini berbanding terbalik dengan hasil nilai kuat tekan benda uji.

1. Analisa hubungan antara kuat tekan dan Berat / volume

Dilaksanakan pengujian berat / volume pada setiap rancangan benda uji. Pengujian berat / volume ini memiliki tujuan mengetahui satuan berat untuk masing - masing volume benda uji. Saat nilai berat / volume mengecil maka kepadatan partikel yang tersusun pada mortar berkurang. Keterkaitan antara kuat tekan dengan berat per-volume benda uji mortar disajikan pada **Tabel 5** dan **Gambar 4**:

**Tabel 5.** Hasil Kuat Tekan dan BV

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Mix Design* | Kode | Berat Per-Volume (gram/cm3) | Kuat Tekan (Mpa) |
| 7 Hari | 14 Hari | 28 Hari | 7 Hari | 14 Hari | 28 Hari |
| 1 | Mk | 1,83 | 1,80 | 1,86 | 7,75 | 7,83 | 11,19 |
| 2 | M1 | 1,32 | 1,34 | 1,33 | 1,55 | 2,74 | 4,13 |
| 3 | M2 | 1,44 | 1,45 | 1,43 | 4,71 | 4,87 | 4,95 |
| 4 | M3 | 1,62 | 1,63 | 1,76 | 5,27 | 6,34 | 7,09 |
| 5 | M4 | 1,69 | 1,55 | 1,87 | 6,25 | 8,04 | 12,10 |
| 6 | M5 | 1,66 | 1,59 | 1,51 | 6,72 | 7,03 | 8,80 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Mix Design* | Kode | Porositas (%) | Kuat Tekan (Mpa) |
| 7 Hari | 14 Hari | 28 Hari | 7 Hari | 14 Hari | 28 Hari |
| 1 | Mk | 20,77 | 21,38 | 20,87 | 7,75 | 7,83 | 11,19 |
| 2 | M1 | 42,31 | 40,37 | 39,74 | 1,55 | 2,74 | 4,13 |
| 3 | M2 | 41,26 | 40,52 | 40,56 | 4,71 | 4,87 | 4,95 |
| 4 | M3 | 28,51 | 24,74 | 30,73 | 5,27 | 6,34 | 7,09 |
| 5 | M4 | 22,92 | 23,45 | 20,59 | 6,25 | 8,04 | 12,10 |
| 6 | M5 | 22,99 | 24,82 | 24,13 | 6,72 | 7,03 | 8,80 |

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

 **Gambar 4.** Grafik Keterkaitan Hubungan Berat per-Volume dan Kuat Tekan Benda Uji

Pada **Tabel 5** dan **Gambar 4** diketahui nilai kuat tekan paling besar diperoleh pada *mix design* 4 dengan *water cement ratio* sebesar 1 terhadap benda uji dengan nilai kuat tekan yaitu 12,1 Mpa, dan nilai berat / volume sebesar 1,87 gram/cm3. Sedangkan nilai kuat tekan paling kecil terdapat pada *mix design* 1 yang merupakan *mix design* dengan penggunaan *water cement ratio* sebesar 0,485 dengan besaran nilai kuat tekan 4,13 Mpa dan nilai berat / volume sebesar 1,33 gram/cm3.

Pada **Gambar 4** dapat disimpulkan jika nilai berat / volume semakin membesar, maka nilai kuat tekan juga meningkat. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa berat / volume benda uji berbanding lurus terhadap nilai kuat tekan pada benda uji.

**SIMPULAN**

Penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan subtitusi pasir silika dan cangkang simping dalam pembuatan mortarberujung pada kesimpulan bahwa hasil dari uji kuat tekan yang paling maksimal adalah pada *mix design* 4 dengan *water cement ratio* sebesar 1 terhadap benda uji. Dalam penelitian ini, penggunaan pasir silika 50% dan simping 15% sebagai substitusi agregat halus berpengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tekan mortar. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil kuat tekan yang meningkat secara konsisten selaras dengan penambahan *water cement ratio* terhadap benda uji. Namun demikian, setelah terjadi hasil uji kuat tekan yang maksimal pada *mix design* 4, nilai kuat tekan mengalami penurunan pada *mix design* 5 dengan *water cement ratio* sebesar 1,2. Adapun hasil uji kuat tekan umur 28 hari dari setiap rancangan *mix design* adalah sebagai berikut : *mix design* 1 sebesar 3,13 Mpa, *mix design* 2 sebesar 4,95 Mpa, *mix design* 3 sebesar 7,09 Mpa, *mix design* 4 sebesar 12,1 Mpa, *mix design* 5 sebesar 8,8 Mpa. Sehingga disimpulkan bahwa subtitusi agregat halus pada *mix design* 4 bisa digunakan sebagai subtitusi agregat halus pada mortar.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim (1990). SNI 03-1974-1990. *Tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.* Badan Standarisasi Nasional.

Anonim (1994). SNI 15-2049-1994. *Tentang Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Semen.* Badan Standarisasi Naional.

Anonim (2002). SNI 03-6825-2002. *Tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standarisasi Nasional.

Anonim (2002). SNI 03-6882-2002. *Tentang Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*. Badan Standarisasi Nasional.

Firmansyah, Mochamad. 2019. *Pemanfaatan Serbuk Cangkang Bekicot dan Serbuk Cangkang Kerang Pada Bata Beton Ringan Selular Ditinjau Dari Berat Volume dan Pengaruh Pengovenan Terhadap Uji Tekan Pada Umur 28 Hari.* Teknik Sipil Universita Negeri Surabaya.

Imani, Rafki. Nugrafindo Yanto. Masayuki Susiwa. 2019. *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton.* Universitas Putra Indonesia.

Koentjoro, H. 1993. *Studi Awal Pemanfaatan Serbuk Silika sebagai Campuran Peningkat Kekuatan Beton.*

http://puslit.petra.ac.id/research/research%20 papers/civil/93/pen-civ93-01.htm.

 Rahmadi, Suhendar. Fachriza Noor Abdi1. Budi Haryanto. 2017. *Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu Dan Agregat Halus Pasir Mahakam.* Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda.

Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta : Bandung.

Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton.* Nafiri. Yogyakarta.