PENGARUH PENAMBAHAN *SILICON CARBIDE* TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR

Timotius Alvin H.[1], Hans Tandra W.[2], Handoko Sugiharto[3], Gunawan Budi Wijaya[4]

ABSTRAK : Pembangunan dalam bidang konstruksi di Indonesia sedang berkembang pesat. Begitu pula dengan perkembangan bahan beton, seperti *high-strength concrete* (HSC), *self-compacting concrete* (SCC), dan *high-performance concrete* (HPC). Dalam proses produksi beton-beton tersebut tidak hanya menggunakan material semen, pasir dan air saja, namun juga sudah menggunakan beberapa material tambahan seperti *fly ash* dan *silica fume*. Belakangan ini, ada material baru yang memiliki potensi untuk dicampurkan kedalam adonan beton yaitu *silicon carbide*. *Silicon carbide* ini merupakan material industri yang dipakai sebagai bahan refraktori yang membutuhkan kekerasan yang tinggi. Dalam penelitian ini, mortar menggunakan *silicon carbide* dengan persentase 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, dan 10% dari berat semen. Beberapa macam pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan, kecepatan memadat, kelecakan, dan penyerapan air. Dari penelitian ini, penambahan *silicon carbide* sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 14.08%, dan memiliki kepadatan yang lebih tinggi dari pada mortar tanpa *silicon carbide* dengan peningkatan sebesar 56.45%. namun dengan bertambahnya kadar *silicon carbide*, mortar dengan tambahan 10% *silicon carbide* memiliki waktu memadat 7.24% lebih cepat, dan memiliki kelecakan 45.95% lebih rendah bila dibandingkan dengan mortar tanpa campuran *silicon carbide*.

KATA KUNCI : *mortar, silicon carbide, compressive strength, workability, time of setting, water absorption*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi saat ini sedang berkembang sangat pesat. Oleh karena itu kebutuhan akan beton mengingkat tajam. Karena tuntutan geometris dan berbagai metode konstruksi, serta semakin banyak bangunan tinggi dengan struktur yang rumit, maka diperlukan beton dengan mutu dan peforma yang tinggi. Vinayagam (2012) mengatakan bahwa teknologi beton saat ini berkembang dengan pesat, kriteria mutu beton juga selalu berubah sesuai dengan mutu yang ditergetkan. Dengan ditemukannya bahan mineral tambahan karakteristik beton dapat diubah sesuai dengan yang diinginkan. Bahan mineral tambahan ini menjadi dasar terciptanya beton dengan kuat tinggi, dan beton dengan peforma tinggi. Menurut Alsalman (2017), beton dengan peforma tinggi saat ini banyak digunakan karena selain memikiliki kuat tekan yang tinggi, beton ini juga memiliki sifat mekanik dan durabilitas yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan beton konvensional. Penambahan material saat ini yang sering dipakai adalah *fly ash* dan *silica fume*. *Fly ash dan silica fume* sering digunakan sebagai material pengisi yang dicampurkan kedalam adonan beton uttuk menginkatakan kuat tekan dan karakteristik lainnya.

---

[1] *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, alvintjioe@gmail.com*

[2] *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, hanstandra.505@gmail.com*

[3] *Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, hands@petra.ac.id*

[4] *Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, gunawanbw@petra.ac.id*

Selain 2 material yang telah disebutkan ada 1 material yang mungkin dapat digunakan dalam pembuatan beton peforma tinggi. *Silicon carbide* adalah material yang biasa digunakan untuk keperluan industri dengan karakteristik kekuatan mekanik tinggi, kekerasan tinggi. Penggunana *silicon carbide* pada saat ini lebih cenderung sebagai bahan abrasif, bahan keramik, dan untuk bahan refraktori (Pilli, 2015). Pada penelitian ini akan digunakan *silicon carbide* sebagai campuran terhadap mortar dengan kadar yang berbeda-beda untuk dapat mengetahui karakteristik mortar dengan penambahan *silicon carbide* sebagai bahan pengisi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Tjokrodimuljo (2012), mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland, dan agregat halus. Perbandingan antara volume semen dan volume agregat halus berkisar antara 1:2 dan 1:8. Beberapa karakteristik mortar yang penting adalah *compressive strength, time setting, workability dan water absorption.* Kekuatan tekan pada mortar dapat digunakan sebagai kriteria utama dalam pemilihan tipe mortar karena selain relatif mudah untuk diukur, juga pada umumnya berkaitan erat dengan propertis yang lain seperti kekuatan tarik dan penyerapan pada mortar. *Setting* dan *hardening* adalah peningkatan dan pengerasan semen setelah terjadi reaksi hidrasi. Waktu yang diperlukan pasta semen dari plastis dan dapat dibentuk hingga menjadi kaku dan tidak dapat dibentuk disebut *initial setting time*. Tahap berikutnya ketika didapat padatan yang utuh, kondisi ini disebut *final setting time*. Selain itu *workability* atau kelecakan juga salah satu hal penting baik dalam pembuatan mortar untuk plesteran ataupun untuk beton bertulang, hal ini penting karena kelecakan mortar mempengaruhi cepat lambatnya suatu pekerjaan. Adapun faktor yang mempengaruhi kelecakan mortar adalah penggunaan faktor air semen, dimana semakin tinggi faktor air semen, semakin tinggi pula kelecakannya dan sebaliknya semakin kecil faktor air semen, semakin kecil pula kelecakannya. Daya serap air juga perlu diperhatikan pada beton mutu tinggi, karena dengan kemampuan untuk menghambat penyerapan air, beton dapat melindungi tulangan dari karat. Selain itu semakin kecilnya penyerapan air yang terjadi, maka beton itu juga akan semakin padat. Bahan pengisi yang digunakan pada penelitian ini adalah *silicon carbide*. Niyomwas (2009) mengatakan bahwa *silicon carbide* adalah salah satu bahan keramik *non-oksida* yang diproduksi dalam skala besar berupa serbuk. *Silicon carbide* (SiC) adalah material yang berbahan dasar pasir silika (SiO_2) dan direaksikan dengan *Carbon* (C) pada temperatur tinggi. Pada penelitian ini *silicon carbide* yang digunakan dalam bentuk bubuk. Menurut Jiang, et al (2017) beberapa pengaruh dari *silicon carbide* yang telah dicampurkan ke mortar, yang pertama adalah *compressive strength*, penambahan *silicon carbide* pada mortar memiliki *early strength* yang lebih rendah daripada mortar normal, namun penambahan *silicon carbide* akan meningkatkan *late strength* dibandingkan dengan mortar normal, dan yang kedua adalah semakin banyak penambahan *silicon carbide* akan berdampak pada hilangnya *fluidity* atau semakin berkurang *workability* nya. Sementara itu, menurut penelitian Barone, Mironovs, Cans, & Pundiene, n.d., penggunaan *silicon carbide* dengan kadar kemurnian hingga 36.37% memberi pengaruh dalam meningkatkan kuat tekan yang cukup signifikan. Dalam penelitian ini kuat tekan akan dibandingkan dengan kadar kemurnian *silicon carbide* dengan kadar penggunaan yang rendah. Menurut Parrot (1988), untuk meningkatkan *workability* dari campuran mortar dengan *silicon carbide* maka digunakan bahan *additive* yaitu *superplasticizer*, *superplasticizer* dapat menjadi sarana untuk menghasilkan aliran beton yang baik tanpa terjadi segregasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada mortar, dilakukan 4 macam pengujian, yaitu, *compression test, time setting test, flow table test*, dan *water absorption test.* Benda uji berupa kubus berukuran 5x5x5 cm^3. Tahap awal penelitian ini dimulai dari *flow table test* yang mengacu pada ASTM C1437 yang bertujuan untuk mengetahui kelecakan atau *workability* dari campuran mortar sebelum dicetak. Tahap selanjutnya adalah *time setting test* mengacu pada ASTM C403M yang bertujuan untuk mengetahui waktu *setting* dari mortar, dari tes ini didapatkan hasil *initial setting time* dan *final setting time.* Benda uji yang telah diuji *flow table test* dicetak akan dilakukan *compression test* mengacu pada ASTM C109 yang bertujuan untuk mengetahui

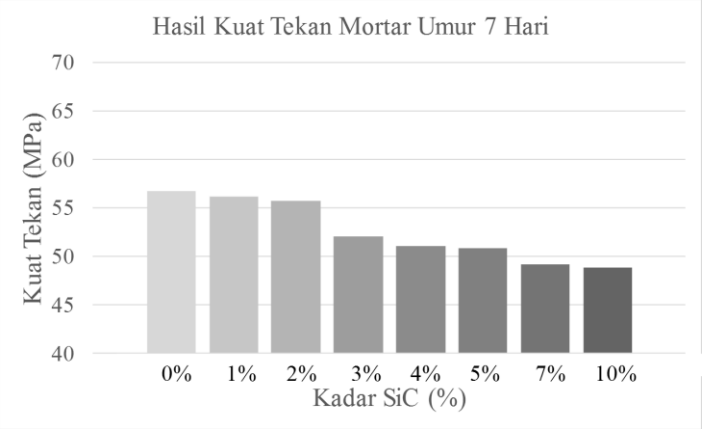
kuat tekan pada mortar pada mortar berumur 7 dan 28 hari, selain kuat tekan, juga didapatkan hasil *stress-strain* dari mortar, pengujian *stress-strain* mengacu pada ASTM C469. Pengujian *water absorption test* mengacu pada ASTM C140M yang bertujuan untuk mengetahui daya serap relatif air oleh karakteristik kapiler, pengujian ini dilakukan pada mortar berumur 28 hari yang telah di *curing* dan di oven untuk mengetahui berat basah dan berat keringnya.

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

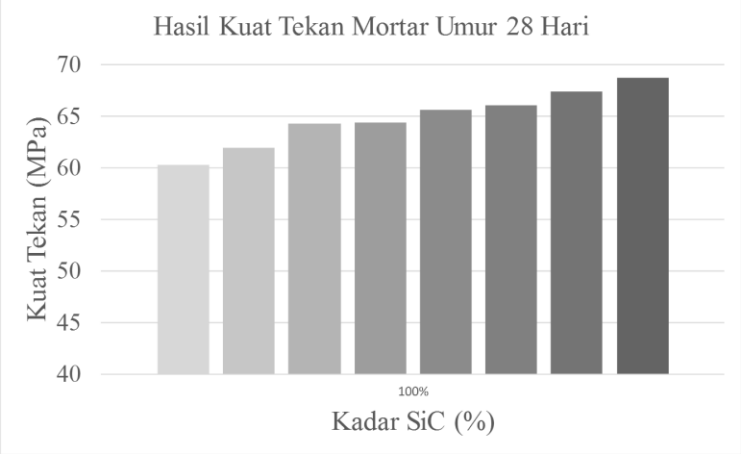
Pada penelitian tentang pengaruh penambahan *silicon carbide* sebagai bahan pengisi terhadap karakteristik mortar, didapatkan hasil pengujian *flow table, compressive strength, setting time* dan *water absorption.* Semua hasil data ditunjukan dalam bentuk grafik agar memudahkan dalam melakukan analisa dan melihat hubungan antar variabel. Berikut adalah data hasil dari keempat pengujian yang telah dilakukan :

4.1. *Compression Test*

Pada pengujian kuat tekan didapatkan hasil berupa grafik kuat tekan dan grafik *stress-strain.*

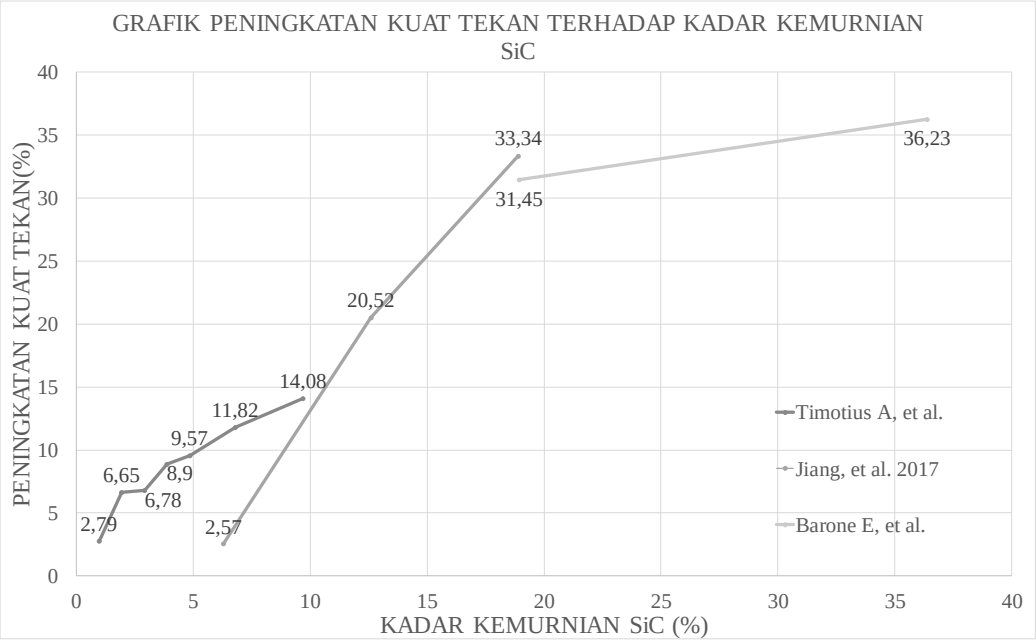


Gambar 1 Hasil Kuat Tekan Mortar Umur 7 Hari



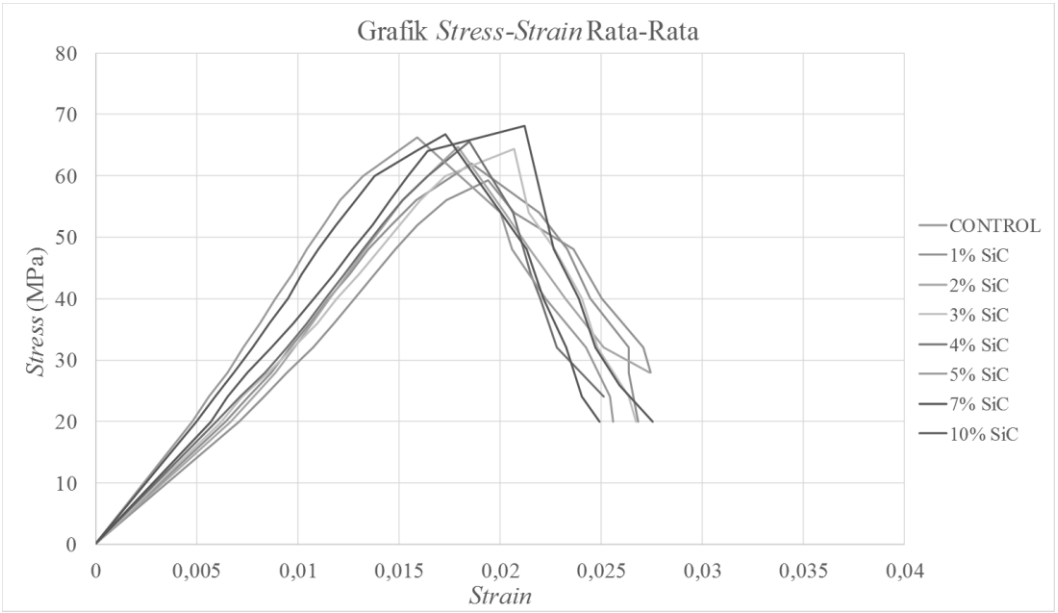
Gambar 2 Hasil Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

Pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa penambahan *silicon carbide* akan mempunyai kuat tekan lebih rendah dari mortar normal pada umur 7 hari, hal ini sesuai dengan teori awal bahwa penggunaan *silicon carbide* akan menghasilkan *early strength* yang lebih rendah.
Pada **Gambar 2** mortar pada umur 28 hari mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar *silicon carbide* yang digunakan. Peningkatan kekuatan maksimum pada mortar sebesar 14.08%.



Gambar 3 Grafik *Stress-Strain*

Pada **Gambar 3** dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan *silicon carbide* dengan kadar kemurnian yang semakin tinggi akan menghasilkan kekuatan tekan mortar yang semakin tinggi.

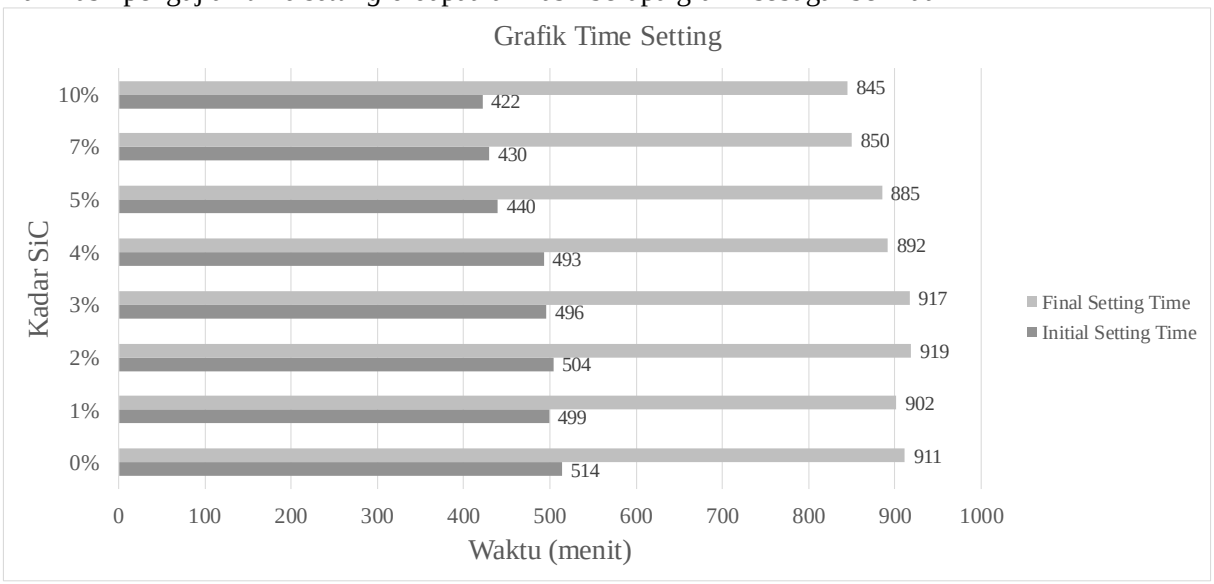


Gambar 4 Grafik *Stress-Strain*

Pada **Gambar 4** dapat dilihat bahwa penambahan *silicon carbide* dengan kadar tertentu akan memperkaku mortar, hal ini dapat dilihat dari besarnya *stress* yang dapat ditahan dengan perbandingan *strain* yang semakin rendah. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa mortar dengan kadar *silicon carbide* sebesar 5% memiliki nilai modulus elastisitas yang paling tinggi.

4.2. *Time Setting Test*

Dari hasil pengujian *time setting* didapatkan hasil berupa grafik sebagai berikut

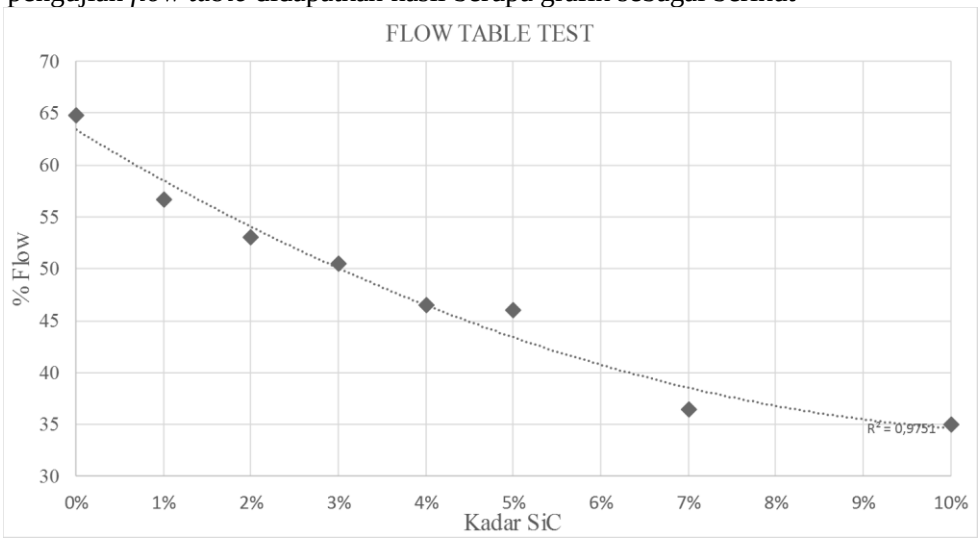


Gambar 5 Grafik Perbandingan *Time Setting Test*

Dari **Gambar 5** dapat dilihat bahwa penambahan *silicon carbide* dengan kadar 1% sampai 3% tidak menunjukan adanya perubahan waktu *setting*, sedangkan pada penambahan *silicon carbide* dengan kadar 4% hingga 10% menunjukan adanya percepatan waktu *setting* pada mortar.

4.3. *Flow Table Test*

Dari hasil pengujian *flow table* didapatkan hasil berupa grafik sebagai berikut

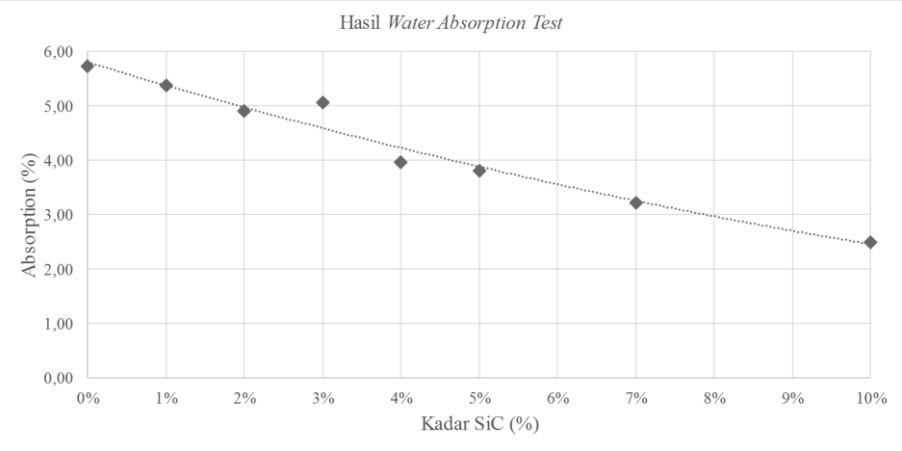


Gambar 6 Grafik Hasil *Flow Table Test*

Dari **Gambar 6** dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan kadar *silicon carbide* pada campuran mortar akan menurunkan *workability* nya, dapat dilihat dari mortar control yang memiliki % Flow sebesar 64,75% dan mortar yang mengandung 10% *silicon carbide* memiliki nilai % Flow sebesar 35,00%

4.4. *Water Absorption Test*

Pada pengujian *water absorption* didapatkan hasil berupa grafik sebagai berikut

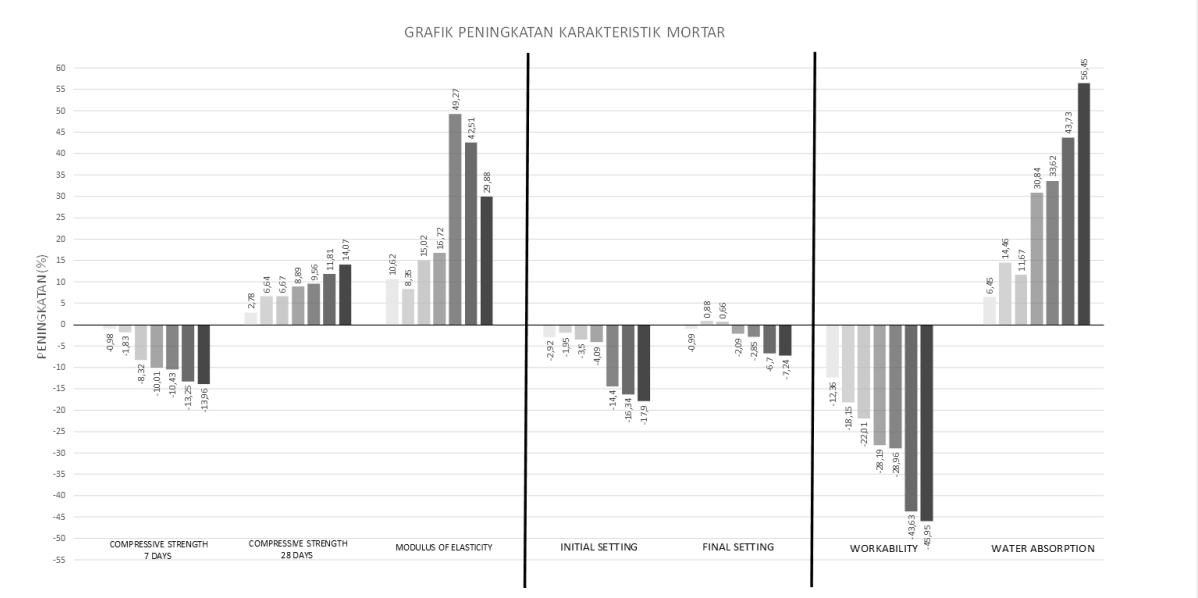


Gambar 7 Grafik Hasil *Water Absorption Test*

Pada **Gambar 7** dapat dilihat bahwa semakin banyak kadar *silicon carbide* yang dicampurkan kedalam mortar maka akan membuat mortar tersebut semakin padat sehingga air yang dapat diserap juga semakin sedikit.

4.5. Hasil Analisa

Dari hasil keseluruhan pengujian pada mortar dengan *silicon carbide* didapatkan hasil berupa grafik sebagai berikut



Gambar 8 Grafik Peningkatan Karakteristik Mortar

Pada **Gambar 8** dapat dilihat bahwa penambahan *silicon carbide* akan lebih unggul dari mortar normal pada kuat tekan umur 28 hari, peningkatan modulus elastisitas, dan memiliki daya serap air yang lebih sedikit dimana mortar akan semakin padat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan data-data hasil pengujian mortar maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penambahan *silicon carbide* akan menurunkan *early strength* (umur 7 hari) sebesar 13.96% dari mortar *control*. Dan akan meningkatkan *design compressive strength* (umur 28 hari) sebesar 14.08% dari mortar *control.*
- Perilaku mortar dengan penambahan *silicon carbide* memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan mortar *control*. Nilai modulus elastisitas yang di dapat mengalami peningkatan sebesar 8.35% hingga 49.27%.
- Semakin banyak penambahan *silicon carbide* akan mempercepat *setting time* dari mortar. Kecepatan *setting time* akan menunjukan percepatan yang signifikan ketika kadar *silicon carbide* pada mortar sebesar 4%, 5%, 7% dan 10%.
- Semakin banyak *silicon carbide* yang digunakan akan menurunkan *workability* dari mortar. Hasil *flow table test* menunjukan penurunan nilai %flow dari mortar *control* yang memiliki %flow sebesar 64.75% dan mortar yang memiliki kadar *silicon carbide* memiliki nilai %flow sebesar 35.00%
- Semakin banyak penambahan *silicon carbide* pada mortar akan menghasilkan mortar yang semakin padat, sehingga jumlah air yang dapat diserap lebih sedikit dan menghasilkan nilai *%Absorption* yang lebih baik.

6. DAFTAR REFERENSI

Alsalman, A., Dang, C. N., & Micah Hale, W. (2017). Development of Ultra-High Performance Concrete with Locally Available Materials. *Construction and Building Materials*, 133, 135–145.

ASTM C 403-08. (2008). *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, 4, 1–6.

ASTM C1437. (2016). *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar 1*. *American Society for Testing and Materials*, 1–2.

ASTM C109. (2008). *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens*, 3-6.

ASTM C140. (2005). *Standard Test Method for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units*, 4-6.

ASTM C469-02: *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. ASTM Standard Book*, *4*, 1–5.

Jiang, Z., Ren, Q., Li, H., & Chen, Q. (2017). Silicon Carbide Waste as a Source of Mixture Materials for Cement Mortar. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(5), 2.

Parrot, L. J. (1988), A Literature Review of High Strength Concrete Properties, *British Cement Association (BCA)*, Wexham Springs.

Niyomwas, S. (2009). Synthesis and Characterization of Silicon-Silicon Carbide Composites from Rice Husk Ash via Self-Propagating High Temperature Synthesis. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, *19*(2), 21–25.

Pilli, V. (2015). *Study on The Alumina - Silicon Carbide - Carbon Based Trough Castable*, (December).

Tjokrodimuljo, Kardiyono. (2012). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS FT UGM. Yogyakarta.

Vinayagam, P. (2012). Experimental Investigation on High Performance Concrete Using Silica Fume and Superplasticizer. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, *1*(2), 168–171.