

## PENGARUH PENAMBAHAN GULA PASIR TERHADAP *SETTING TIME* SEMEN DAN KUAT TEKAN MORTAR YANG MENGGUNAKAN PASIR LOKAL

Puryanto<sup>1)</sup>, Moch. Absor<sup>2)</sup>, Agus Subrianto<sup>3)</sup>

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Polsri  
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

<sup>1)</sup> E-mail: Puryantopl@gmail.com

<sup>2)</sup> E-mail: M.absor@polsri.ac.id

<sup>3)</sup> E-mail: agussubrianto@gmail.com

### ABSTRAK

*Paper ini merupakan hasil penelitian tentang variasi campuran mortar yang mempertimbangkan pengaruh kadar semen, faktor air semen dan kadar gula pasir terhadap performa campuran. Pertama ditinjau pengaruh kadar gula yang diberikan terhadap berat semen pada waktu ikat awal dan ikat akhir semen. Kemudian ditinjau kuat tekan mortar dengan berbagai varian sampel yang merupakan kombinasi FAS (0,4; 0,45; 0,5), komposisi adukan semen-pasir (1:5; 1:6; 1:7) dan persentase gula terhadap berat semen (0%; 0,05%; 0,1%; 0,15%; 0,2%).*

*Pengujian menunjukkan bahwa penambahan gula membuat pengikatan semen semakin naik secara signifikan hingga kadar tertentu seiring penambahan kadar gula dan kembali turun setelah melewati kadar 0,15%. Tren yang hampir sama berlaku pada kuat tekan mortar akibat pengaruh kadar gula. Faktor air semen juga berpengaruh pada kuat tekan dimana kadar air yang terlalu sedikit menjadikan kekuatan mortar tidak baik karena workability yang rendah. Sedangkan jumlah semen yang lebih banyak menjadikan kekuatan tekan mortar lebih tinggi.*

**Kata Kunci :** FAS, *setting-time*, Mortar, semen

### PENDAHULUAN

Mortar merupakan campuran plastis yang digunakan sebagai material pengikat dan material pengisi dalam konstruksi berbentuk blok. Penggunaan mortar sangat luas dalam pekerjaan sipil seperti untuk pasangan bata, plesteran, pembuatan batako, *conblock* dan lain-lain. Bahan yang digunakan secara umum adalah campuran pasir dengan semen atau kapur ditambah air. Ada juga mortar jenis lain, yang lebih kuno berupa mortar pozzolan sedangkan yang lebih kini berupa mortar polimer dimana bahan polimer digunakan untuk pengganti semen dalam fungsinya sebagai pengikat. Dari berbagai jenis mortar tadi komposisi adukan yang digunakan juga bervariasi tergantung kebutuhan termasuk bahan tambah yang dibutuhkan seperti abu batu atau abu terbang untuk menambah kekuatan material yang dibuat.

Mortar yang paling sering digunakan sekarang merupakan mortar dengan bahan pengikat semen Portland. Semen Portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silika – silika kalsium yang bersifat hidrolis) dengan gips sebagai bahan tambah. Bahan baku untuk pembuatan semen

adalah batu kapur tanah liat, pasir silika dan pasir besi sebagai bahan koreksi apabila dalam tanah liat tidak terdapat SiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Semen sebagai bahan perekat untuk mortar dan beton sangat menentukan terhadap kualitasnya, karena beban yang bekerja pada juga diderita oleh pasta semennya. Semen memiliki sifat kimia dan sifat fisik yang memerlukan penyelidikan untuk mengetahui karakteristiknya. Sifat fisik semen yang mempengaruhi kualitas pada semen diantaranya adalah kehalusan, waktu ikat, kekekalan, kuat tekan, panas hidrasi.

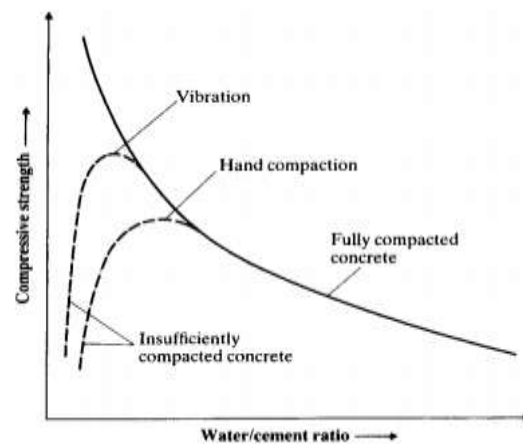
Semen sebagai perekat hidrolis memerlukan air untuk proses hidrasi. Banyaknya air untuk proses hidrasi sangat tergantung dari komposisi senyawa dalam semen dan kehalusan semen. Jika air untuk proses hidrasi tersebut kurang, maka tidak semua butiran semen akan terhidrasi, demikian pula jika air terlalu banyak, maka kekuatan pasta semen akan menurun. Untuk itulah perlu dicari berapa kebutuhan air yang optimum sehingga proses hidrasi dapat berjalan sempurna dan kekuatan semen dapat mencapai maksimum. Untuk mengetahui berapa banyaknya air yang diperlukan, dilakukan pengujian konsistensi. Standar yang

digunakan di Indonesia untuk uji konsistensi dilakukan dengan menggunakan alat Vicat. Cara pengujiannya dengan mencoba – coba persentase air, sehingga tercapai konsistensi. Konsistensi tercapai apabila jarum vicat dengan diameter 10 mm masuk ke dalam pasta semen dalam waktu 30 detik sedalam ( $10 \pm 1$  mm). Umumnya persentase air untuk mencapai konsistensi berkisar antara 26% – 29%. Nilai ini tergantung dari kehalusan semen, komposisi senyawa dalam semen, suhu udara dan kelembaban disekitarnya.

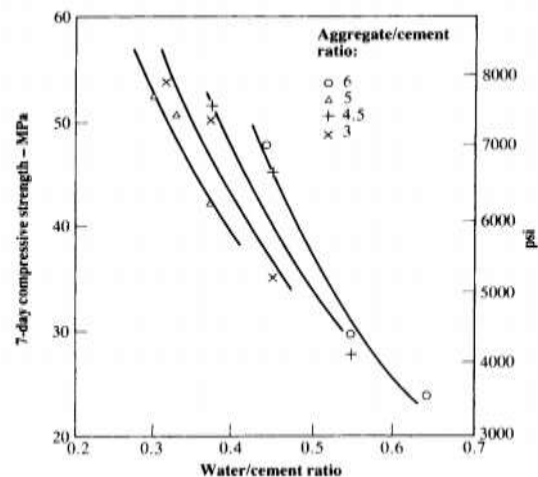
Semen setelah bercampur dengan air akan mengalami pengikatan, dan setelah mengikat lalu mengeras. Lamanya pengikatan sangat tergantung dari komposisi senyawa dalam semen dan suhu udara sekitarnya. Waktu pengikatan pada pasta semen ada 2 (dua) fase, yaitu waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta hingga tidak plastis lagi dan waktu ikat akhir (*final setting time*) adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi keras. Yang dimaksud dengan keras pada waktu ikat akhir adalah hanya bentuknya saja yang sudah kaku, tetapi pasta semen tersebut belum boleh dibebani, baik oleh berat sendiri maupun beban dari luar. Waktu ikat awal menurut standar untuk semen tipe I adalah minimum 45 menit, normalnya sekitar 1-2jam sedangkan waktu ikat akhir maksimum 480 menit. Waktu ikat awal tercapai apabila masuknya jarum vicat ke dalam sampel dalam waktu 30 detik sedalam 25 mm. Waktu ikat akhir tercapai apabila pada saat jarum vicat diletakkan diatas sampel selama 30 detik, pada permukaan sampel tidak berbekas atau tidak tercetak. Untuk beberapa kasus diperlukan initial setting time lebih dari 2 jam agar waktu pengerasan lebih panjang untuk transportasi, penuangan, pemadatan dan finishing adukan.

**Proporsi Semen dan Faktor Air semen**

Banyak sekali faktor yang menentukan kekuatan beton atau mortar. Diantaranya adalah faktor air semen, derajat pemadatan, usia campuran, temperatur, rasio semen-agregat dan kualitas agregat. Duff Abrams menyatakan bahwa kuat tekan beton berbanding terbalik dengan peningkatan FAS. Gambar 1 menunjukkan hubungan tersebut disertai deskripsi pengaruh pemadatan. Hubungan kuat tekan beton dengan FAS Gambar 1, sedangkan pengaruh banyaknya semen yang digunakan terhadap kekuatan tekan terlihat pada Gambar 2 yang menyertakan pengaruh FAS. Terlihat bahwa rasio agregat-semen yang tinggi akan menurunkan kekuatan, atau dengan kata lain proporsi semen yang kecil akan menurunkan kekuatan campuran.



**Gambar 1.** Hubungan kuat tekan beton dengan FAS



**Gambar 2.** Pengaruh rasio agregat/semen terhadap kuat tekan

Penelitian yang dilakukan Rao (2001) terhadap beberapa jenis adukan yaitu perbandingan semen-pasir 1:2, 1:2.5, 1:3 menunjukkan bahwa mortar dengan semen yang lebih banyak memberikan kuat tekan yang lebih tinggi pada berbagai umur pengujian. Pada penelitian tersebut juga dilihat pengaruh kadar air dimana kuat tekan tertinggi didapat pada FAS 0,35 dan semakin menurun hingga FAS 0,65 sesuai *range* FAS yang ditinjau. Sedangkan menurut Schulze (1999) pada penelitiannya yang menggunakan variasi FAS dan kadar semen pada campuran mortar menyimpulkan bahwa penggunaan FAS sangat berpengaruh terhadap kuat tekan, dibandingkan pengaruh kadar semen yang tidak terlalu signifikan.

**Hubungan Gula Sebagai Retarder dan Plasticizer Alami terhadap setting Time Semen dan Kuat Tekan Campuran**

Penggunaan bahan tambah hampir sama usianya dengan pemanfaatan mortar itu sendiri. Pada zaman

Romawi bahan-bahan seperti lemak hewan, darah dan susu sudah digunakan untuk meningkatkan performa yang diharapkan seperti *workability* dan *durability*. Bahan tambah terus berkembang sehingga kini telah ada bermacam-macam material baik alami maupun kimiawi yang berguna untuk meningkatkan kinerja campuran yaitu *workability* (*water reducers, Air-entraining agents, inert mineral powder, pozzolans, polymer latexes, setting control (accelerator dan retarder)*), kekuatan dan durabilitas (*air-entraining agents, pozzolans, water reducers, corrosion inhibitors, shrinkage reducer*).

Bahan tambah yang digunakan juga mempertimbangkan material yang mudah didapat, harga yang murah dan akan lebih baik lagi kalau material tersebut ramah lingkungan. Salah satu bahan tambah yang bisa digunakan dalam adukan material berbahan semen adalah gula pasir. Bahan gula bisa berfungsi sebagai retarder alami atau memperlambat waktu ikat semen untuk adukan yang membutuhkan perlambatan pengerasan. Selain itu bahan ini juga dapat menambah *workability* adukan sehingga bisa mengurangi kadar air dimana penurunan FAS bisa menaikkan kuat tekan mortar. Gula pasir sebagai plasticizer pernah diteliti oleh Rifany dkk. (2008) pada campuran mortar untuk pembuatan *conblock*. Pada penelitian ini mortar yang diberi 0,2% gula dari berat semen memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibanding mortar dengan 0% gula. Penelitian yang dilakukan Abalaka (2011) menyatakan bahwa penambahan gula semakin memperlambat waktu ikat semen hingga kadar gula 0,06% terhadap berat semen dan jika kadar gula semakin ditambah maka waktu ikat semen kembali cepat. Tren yang sama ditunjukkan terhadap kuat tekan kubus beton yang naik hingga kadar gula 0,06% dan setelah itu kembali turun. Menurut Khan dan Baradan (2002), kadar optimum gula untuk menjadi retarder adalah 0,15% dan bila kadar gula melewati 0,3% dari berat semen maka gula akan berperan sebagai akselerator.

## METODE PENELITIAN

### a. Material

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tipe I dengan berat jenis 3.150 kg/m<sup>3</sup>. Pasir sebagai campuran mortar pada sampel yang digunakan adalah pasir sungai yang berasal dari daerah Tanjung Raja, Kabupaten OKI, Sumatera Selatan. Berat jenis pasir adalah 2,48 dengan persentase penyerapan air sebesar 1,85 %. Berdasarkan analisa saringan, pasir termasuk dalam zona 2. Berat isi gembur 1,294 gr/cm<sup>3</sup> dan berat isi padat sebesar 1,509 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan gula pasir

yang dipakai adalah gula tebu yang diproduksi dari perkebunan tebu di Provinsi Lampung.

### b. Metode Pengujian

Pembuatan dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Sriwijaya. Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap sampel dalam penelitian meliputi:

#### 1. Pengujian Pengikatan Awal Dan Akhir Semen

Pengujian ikat awal dan ikat akhir semen dilakukan untuk mengetahui pengaruh gula dengan berbagai persentase terhadap karakteristik pengerasan semen. Persentase gula pasir yang diberikan untuk setiap sampel adalah 0%; 0%; 0,05%; 0,1%; 0,15% dan 0,2%. Acuan normatif yang digunakan adalah SNI 03-6827-2002 tentang metode pengujian waktu ikat awal semen portland dengan menggunakan alat *vicat* untuk pekerjaan sipil. Sebelum dilakukan pengujian waktu ikat semen, terlebih dahulu dicari konsistensi normal semen memenuhi kadar air yang dibutuhkan agar diperoleh adukan semen dengan kekentalan normal air dalam perbandingan berat terhadap semen.

#### 2. Pembuatan Sampel Dan Pengujian Kuat Tekan

Sampel yang digunakan adalah mortar berbentuk kubus ukuran 5x5x5 cm<sup>3</sup>. Pembuatan sampel secara umum mengikuti acuan normatif pada SNI-03-6825-2002 tentang Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen *Portland* untuk pekerjaan sipil. Mesin pengaduk menggunakan tipe standar ASTM C-305. Hanya saja proses pengadukan dilakukan sedikit berbeda dari acuan. Bila pada standar seluruh proses pengadukan dilakukan dengan mesin, maka pada penelitian ini proses hampir sama kecuali pasir dan semen diaduk dulu secara manual sebelum dicampur air. Karena setelah dicoba terlebih dahulu bila mengikuti persis standar SNI maka secara visual terlihat jelas bahwa mortar tidak tercampur secara merata. Hal ini yang menyebabkan penulis memutuskan untuk mencoba cara lain agar material tercampur secara merata. Setelah selesai melewati proses ini, adukan dimasukkan kedalam cetakan kubus. Pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan setiap lapis harus dipadatkan 32 kali dengan 4 kali putaran dalam 10 detik. Yang harus diperhatikan bahwa tebal masing-masing lapisan diusahakan sama dan kekuatan pemadatan harus sama agar tingkat kepadatan sampel lebih konsisten. Pekerjaan pencetakan benda uji harus sudah dimulai dalam waktu paling lama 2 ½ menit setelah pengadukan semula. Permukaan kubus diratakan dengan sendok

perata. Setelah didiamkan dalam suhu lembab selama 24 jam, sampel direndam dalam air hingga sekitar 2 hari menjelang pengujian tekan.

**c. Variasi Sampel**

Total ada 135 sampel yang diuji. Sampel ini terdiri dari 45 varian yang menggunakan kombinasi faktor air semen (FAS), komposisi adukan dan persentase kadar gula dari berat semen sebagai variabel. Berikut penjabaran kombinasi dari variabel yang digunakan :

- Faktor air semen : 0,4; 0,45 dan 0,5
- Komposisi adukan : 1:5; 1:6 dan 1:7
- Persentase gula : 0%; 0,05%; 0,1%; 0,15% dan 0,2%

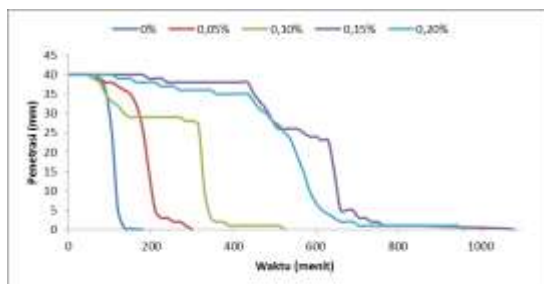
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Pengujian Pengikatan Awal Dan Akhir Semen**

Dari hasil pengujian konsistensi normal semen, didapatkan dan ditentukan kadar air yang digunakan untuk pengujian waktu ikat semen adalah 25%, yaitu 125 gram air dari 500 gram semen yang digunakan untuk setiap sampel.

Waktu ikat awal ketika penetrasi jarum mencapai kurang dari 25 mm sedangkan waktu ikat akhir ditentukan ketika tidak terjadi lagi penurunan jarum.

Gambar 3 dibawah ini menunjukkan tren penurunan jarum terhadap waktu untuk setiap jenis kadar gula yang diberikan.



**Gambar 3.** Grafik *setting time* semen pada semua kadar gula yang diberikan.

Dari gambar di atas terlihat bahwa sampel kontrol (0% gula) dan 0,05% gula menunjukkan proses pengerasan semen yang sangat stabil ditandai dengan kurva yang mulus. Untuk kadar gula yang lebih tinggi kurva penurunan penetrasi lebih acak.

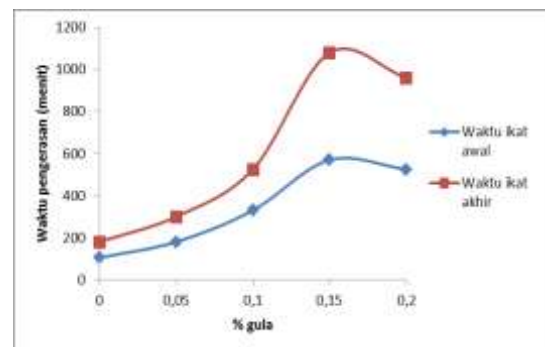
Hal ini kemungkinan dipengaruhi derajat kestabilan suhu ruangan, dan posisi penentuan titik pembacaan penetrasi di mana pengerasan tidak sama persis antara satu titik dengan titik yang lain. Meskipun

begitu semua sampel menunjukkan tren yang memiliki kemiripan, dimana periode awal dan akhir progres pengerasan relatif lebih lambat. Sedangkan pada waktu sekitar sepertiga proses pengikatan, terjadi hidrasi semen yang sangat agresif. Kurva ini berada di area dimana terjadi proses pengerasan awal (*initial setting time*).

Tabel 1 dan gambar 4 memperlihatkan hasil pengujian waktu ikat awal dan akhir semen yang digunakan.

**Tabel 1.** Waktu ikat semen untuk setiap kadar semen yang diberikan

Persentase gula (% terhadap berat semen)	Waktu ikat awal (menit)	Waktu ikat akhir (menit)
0	105	180
0.05	180	300
0.1	330	525
0.15	570	1080
0.2	525	960



**Gambar 4.** Grafik waktu ikat semen untuk 5 sampel yang diuji

Dari gambar terlihat bahwa waktu ikat semen baik awal maupun akhir semakin lama seiring bertambahnya kadar gula yang diberikan sampai kadar gula mencapai 0,15% terhadap berat semen. Hasil ini sama dengan yang didapatkan oleh Khan dan Baradan (2002). Untuk kadar gula yang lebih tinggi lagi yaitu 0,2% waktu ikat semen kembali turun baik waktu ikat awal maupun akhir.

**2. Pengujian Kuat Tekan Mortar**

Berikut ini disajikan data kuat tekan rata-rata mortar pada umur 28 hari setelah diuji pada mesin kuat tekan.

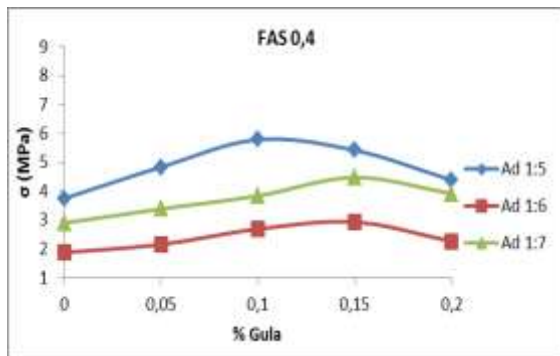
**2.1 Tinjauan Kuat Tekan Berdasarkan Faktor Air Semen**

Tabel 2 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar untuk Faktor Air Semen 0,4 untuk setiap jenis adukan dan persentase gula yang diberikan.

**Tabel 2.** Kuat tekan mortar (MPa) dengan FAS 0,4

Kadar Gula (%)	adukan 1:5	adukan 1:6	adukan 1:7
0	3,744	1,874	2,896
0,05	4,833	2,151	3,382
0,1	5,782	2,687	3,834
0,15	5,413	2,929	4,472
0,2	4,384	2,264	3,915

Dengan menggunakan FAS 0,4 kuat tekan tertinggi diperoleh pada komposisi adukan 1:5 seperti yang terlihat pada gambar 5



**Gambar 5.** Grafik kuat tekan mortar dengan FAS 0,4

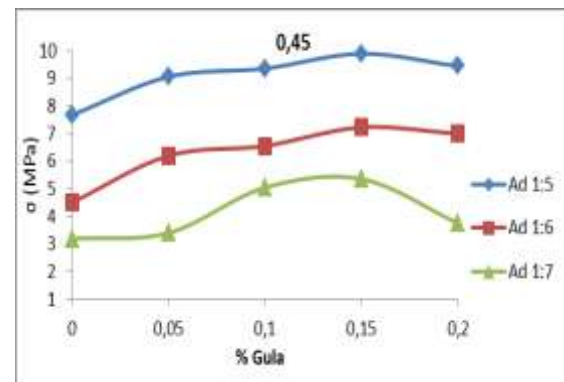
Untuk adukan 1:5 kuat tekan bertambah seiring penambahan kadar gula hingga 0,1%, setelah itu kuat tekan kembali turun. Untuk adukan 1:6 dan 1:7 kuat tekan tertinggi didapat pada penambahan 0,15% gula terhadap berat semen. Dari ke 3 komposisi perbandingan semen dengan pasir untuk penggunaan Faktor Air Semen 0,4 kuat tekan mortar yang tertinggi diperoleh pada komposisi semen-mortar 1:5 dan terendah pada komposisi 1:6.

Tabel 3 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar untuk Faktor Air Semen 0,45 untuk setiap jenis adukan dan persentase gula yang diberikan.

**Tabel 3.** Kuat tekan mortar (MPa) dengan FAS 0,45

Kadar Gula (%)	adukan 1:5	adukan 1:6	adukan 1:7
0	7,665	4,497	3,183
0,05	9,058	6,195	3,394
0,1	9,354	6,552	5,040
0,15	9,892	7,225	5,350
0,2	9,440	6,992	3,746

Dengan menggunakan FAS 0,45 kuat tekan tertinggi diperoleh pada komposisi adukan 1:5 seperti yang terlihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik kuat tekan mortar dengan FAS 0,45

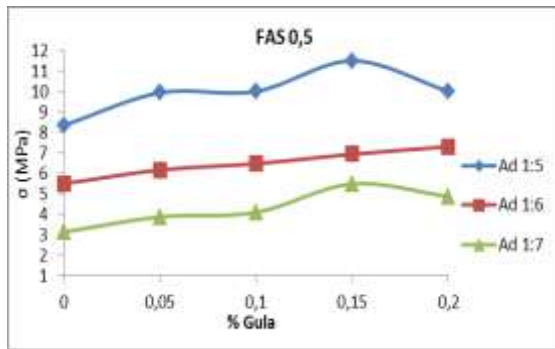
Ketiga jenis komposisi perbandingan semen dengan pasir baik adukan 1:5; 1:6 dan 1:7 kuat tekan bertambah seiring penambahan hingga puncaknya pada kadar gula 0,15%, setelah itu kuat tekan kembali turun. Dari ke 3 komposisi tersebut kuat tekan mortar yang tertinggi diperoleh pada komposisi semen-mortar 1:5, disusul komposisi 1:6 dan terendah pada komposisi 1:7.

Tabel 4 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar untuk Faktor Air Semen 0,5 untuk setiap jenis adukan dan persentase gula yang diberikan.

**Tabel 4.** Kuat tekan mortar (MPa) dengan FAS 0,5

Kadar Gula (%)	adukan 1:5	adukan 1:6	adukan 1:7
0	8,348	5,495	3,128
0,05	9,945	6,169	3,876
0,1	10,010	6,477	4,097
0,15	11,505	6,943	5,489
0,2	10,016	7,308	4,871

Dengan menggunakan FAS 0,5 kuat tekan tertinggi diperoleh pada komposisi adukan 1:5 seperti yang terlihat pada gambar 7.

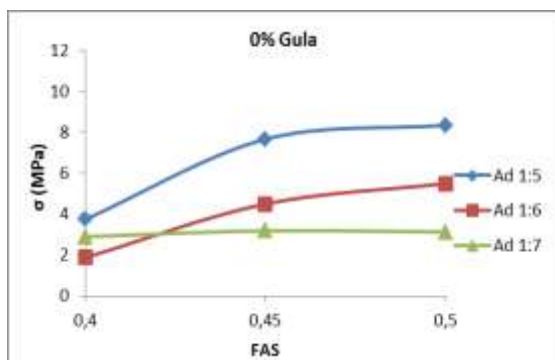


**Gambar 7.** Grafik kuat tekan mortar dengan FAS 0,5

Adukan dengan komposisi semen-mortar 1:6 memiliki kuat tekan bertambah seiring penambahan kadar gula tertinggi yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada kadar gula 0,2%. Sedangkan pada adukan 1:5 dan 1:7 kuat tekan terus naik seiring penambahan kadar gula hingga kekuatan tertinggi pada penambahan 0,15% gula terhadap berat seme, setelah itu kuat tekan kembali turun. Dari ke 3 komposisi perbandingan semen dengan pasir untuk penggunaan Faktor Air Semen 0,5 kuat tekan mortar yang tertinggi diperoleh pada komposisi semen-mortar 1:5 dan terendah pada komposisi 1:7.

## 2.2 Tinjauan Kuat Tekan Berdasarkan Persentase Gula

Gambar 8. dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar tanpa penggunaan gula untuk ketiga jenis perbandingan semen-pasir.

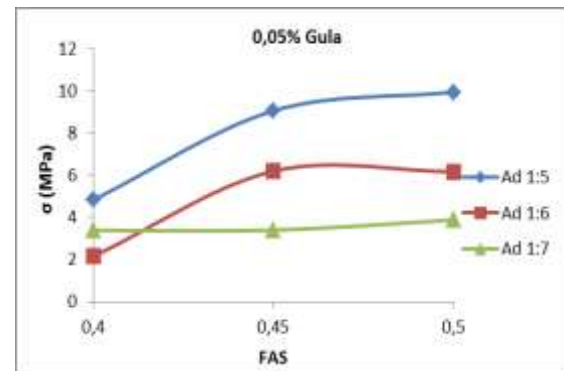


**Gambar 8.** Grafik kuat tekan mortar tanpa penggunaan gula

Pada campuran tanpa penambahan gula kekuatan tekan tertinggi didapat pada penggunaan FAS 0,5 dan perbandingan semen-pasir 1:5 dengan kuat tekan 8,348 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada penggunaan FAS 0,4 dengan komposisi adukan 1:6 yang memiliki kuat tekan rata-rata 1,874 MPa.

Gambar 9 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar dengan penggunaan

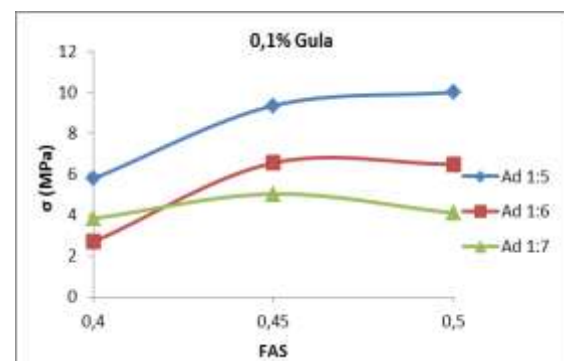
0,05% gula untuk ketiga jenis perbandingan semen-pasir.



**Gambar 9.** Grafik kuat tekan mortar dengan penambahan 0,05% gula

Dengan penambahan gula 0,05% kekuatan tekan tertinggi didapat pada penggunaan FAS 0,5 dan perbandingan semen-pasir 1:5 dengan kuat tekan 9,945 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada penggunaan FAS 0,4 dengan komposisi adukan 1:6 yang memiliki kuat tekan rata-rata 2,151 MPa.

Gambar 10 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar dengan penggunaan 0,1% gula untuk ketiga jenis perbandingan semen-pasir.

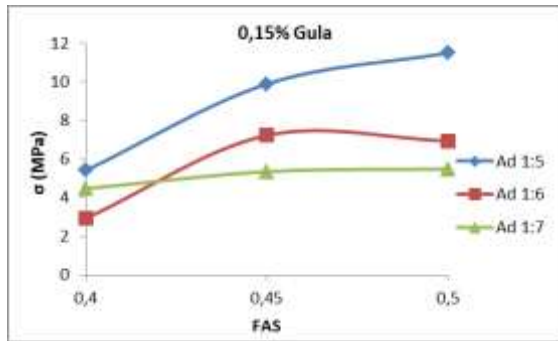


**Gambar 10.** Grafik kuat tekan mortar dengan penambahan 0,1% gula

Dengan penambahan gula 0,1% kekuatan tekan tertinggi didapat pada penggunaan FAS 0,5 dan perbandingan semen-pasir 1:5 dengan kuat tekan 10,010 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada penggunaan FAS 0,4 dengan komposisi adukan 1:6 yang memiliki kuat tekan rata-rata 2,687 MPa.

Gambar 11 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar dengan penggunaan 0,15% gula untuk ketiga jenis perbandingan semen-pasir.

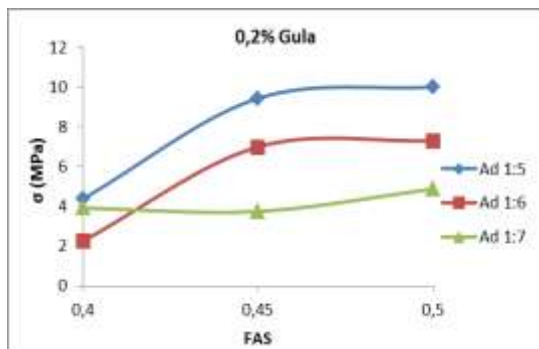




**Gambar 11.** Grafik kuat tekan mortar dengan penambahan 0,15% gula

Dengan penambahan gula 0,15% kekuatan tekan tertinggi didapat pada penggunaan FAS 0,5 dan perbandingan semen-pasir 1:5 dengan kuat tekan 11,505 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada penggunaan FAS 0,4 dengan komposisi adukan 1:6 yang memiliki kuat tekan rata-rata 2,929 MPa.

Gambar 12 dibawah ini menyajikan data hasil pengujian kuat tekan mortar dengan penggunaan 0,2% gula untuk ketiga jenis perbandingan semen-pasir.

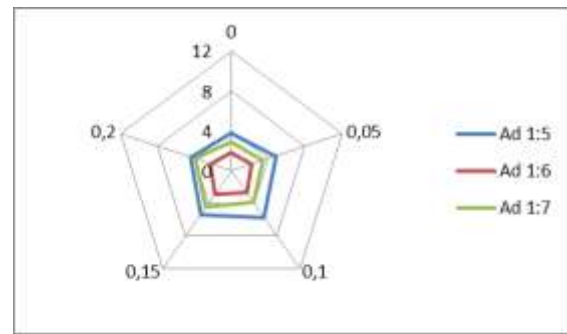


**Gambar 12.** Grafik kuat tekan mortar dengan penambahan 0,2% gula

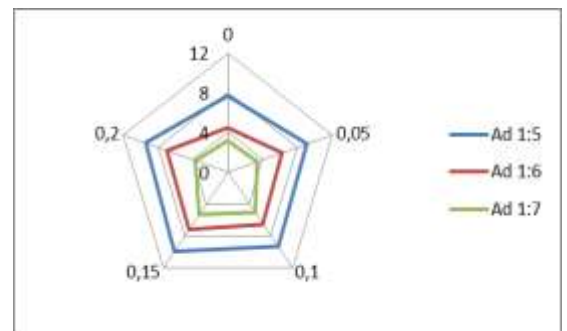
Dengan penambahan gula 0,2% kekuatan tekan tertinggi didapat pada penggunaan FAS 0,5 dan perbandingan semen-pasir 1:5 dengan kuat tekan 10,016 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada penggunaan FAS 0,4 dengan komposisi adukan 1:6 yang memiliki kuat tekan rata-rata 2,264 MPa.

Pengamatan kuat tekan berdasarkan persentase penambahan gula menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi selalu didapat pada komposisi adukan semen-pasir 1:5 dengan penggunaan 0,5 faktor air semen. Sedangkan kuat tekan terendah selalu didapat pada komposisi adukan semen-pasir 1:6 dengan penggunaan 0,4 faktor air semen.

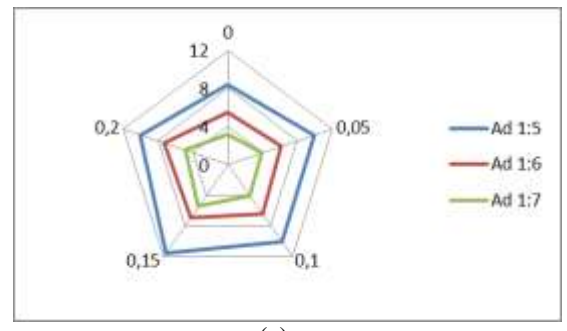
Distribusi hasil pengujian kuat tekan dapat ditampilkan secara keseluruhan pada gambar 13.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 13.** Distribusi kuat tekan mortar untuk semua persentase gula yang diberikan dengan FAS 0,4(a), 0,45(b) dan 0,5(c).

Ketiga gambar diatas merepresentasikan dengan jelas distribusi kuat tekan untuk setiap varian sampel dengan variabel FAS (0,4; 0,45 dan 0,5), komposisi semen-pasir (1:5; 1:6 dan 1:7) dan persentase gula terhadap berat semen (0%; 0,05%; 0,1%; 0,15% dan 0,2%). Berdasarkan perbandingan semen-pasir terlihat bahwa adukan 1:5 selalu memiliki kuat tekan tertinggi dan adukan 1:7 memiliki kuat tekan terendah kecuali pada penggunaan FAS 0,4. Hal ini menunjukkan bahwa semen yang terlalu sedikit akan menjadikan kuat tekan mortar lebih rendah.

Berdasarkan persentase gula yang diberikan terlihat bahwa seiring penambahan kadar gula kuat tekan terus bertambah hingga mencapai persentase

tertentu, hingga kemudian kuat tekan kembali berkurang jika gula yang diberikan terlalu banyak. Hal ini sama dengan yang dilakukan oleh Susilorini dkk. (2008) pada benda uji beton. Pada aspek faktor air semen bila dilihat bahwa kuat tekan yang paling tinggi didapat dengan penggunaan FAS 0,5. Hal ini agak kontradiksi dengan teori Abrams bahwa mutu beton akan semakin rendah bila air yang diberikan semakin banyak. Tetapi bisa dijelaskan bahwa faktor air semen sangat memegang peranan penting dalam meningkatkan mutu beton. Memang benar bahwa FAS yang lebih sedikit akan menjadikan kuat tekan lebih baik, akan tetapi kecacakan sangat menentukan juga. Bila air yang diberikan terlalu sedikit maka pencampuran tidak terlalu baik dan membutuhkan usaha pemadatan yang lebih agar kuat tekan bertambah. Sedangkan pada penelitian ini asumsi level pemadatan yang diberikan sama untuk setiap sampel. Semen memerlukan air yang cukup agar dapat berhidrasi dengan baik dalam proses pengikatan agregat. Dan terlihat pada beberapa sampel bahwa kuat tekan kembali turun pada FAS 0,5 sehingga tren penurunan kuat tekan seiring penambahan FAS bisa terjadi bila variasi FAS ditambah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap mortar dengan variasi komposisi adukan, Faktor Air Semen dan persentase gula terhadap semen dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan kadar gula terhadap berat semen dapat semakin memperlama waktu pengerasan semen hingga pada kadar tertentu (dalam penelitian ini pada kadar 0,15%), kemudian waktu pengerasan kembali turun bila gula yang diberikan semakin banyak.
2. Dalam penelitian ini FAS 0,5 memberikan kuat tekan maksimum, dan pada beberapa sampel terjadi tren bahwa kuat tekan kembali turun setelah FAS melewati 0,45. Artinya pada beberapa sampel kuat tekan pada FAS 0,5 lebih kecil dari FAS 0,45 untuk kembali ke tren sesuai teori Abrams.
3. Secara keseluruhan mortar dengan komposisi semen-pasir 1:5 memiliki kuat tekan yang lebih baik dibanding komposisi yang lain.

### Saran

1. Pengujian *setting time* pasta semen sangat dipengaruhi oleh suhu, oleh karena itu suhu ruangan harus dijaga kondisinya tetap konstan pada 20°C.
2. Proses pemadatan campuran masih sangat manual, hal ini belum menjamin keseragaman level pemadatan.
3. Proses perendaman benda uji dalam air kemungkinan mempengaruhi karakteristik mortar terutama pada fase *early age* karena proses pengerasan mortar yang menggunakan gula relatif lebih lambat. Untuk itu diperlukan penelitian dengan campuran yang sama tanpa merendam sampel.
4. Perlu penelitian apakah dengan terus bertambahnya kadar semen akan terus meningkatkan kekuatan mortar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abalaka, AE., (2011). *Effects of Sugar on Physical Properties of Ordinary Portland Cement Paste and Concrete*. AU J.T. 14(3): 225-228
- Khan B. & Baradan B., (2002). *The Effect Of Sugar On Setting-Time Of Various Types Of Cements*, Quarterly Science Vision Vol.8(1), 71-78
- Li Z., (2011). *Advanced Concrete Technology*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA
- Mulyono T., (2005). *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Neville AM., Brooks JJ., (2010). *Concrete Technology Second Edition*, Prentice Hall, England
- Rao GA., (2001). *Generalization of Abrams' law for cement mortars*, Cement and Concrete Research, 31, 495-502
- Rifany DK., Satyarno I., Tjokrodimulyo K., (2008). *Penggunaan Gula Pasir Lokal Sebagai Plasticizer Pada Adukan Mortar Untuk Pembuatan Conblock*, Forum Teknik Sipil No. XVIII/3
- Sculze J., (1999). *Influence of water-cement ratio and cement content on the properties of polymer-modified mortars*, Cement and Concrete Research, 29, 909-915



SNI-03-6825-2002, (2002). *Metode pengujian kuat tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil*, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia

SNI 03-6827-2002, (2002). Metode pengujian waktu ikat awal semen portland dengan menggunakan alat vicat untuk pekerjaan sipil, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia

Susilorini MIR., Etmawati D., Yuwono A., Nikodemous & Setiawan B., (2008). *The Performance Concrete Using Sugar As 'Green' Retarder And Accelerator*, Prosiding Pada Simposium Nasional RAPI VII, Surakarta