

# ANALISIS PERBANDINGAN KESERAGAMAN KARAKTERISTIK MORTAR DARI BEBERAPA MEREK SEMEN *PORTLAND* KOMPOSIT DI SURABAYA

Florencia Nikita<sup>1</sup>, Jeanne Vanessa Zefanya<sup>2</sup>, and Handoko Sugiharto<sup>3</sup>

**ABSTRAK:** Beberapa merek PCC yang beredar di pasaran menghasilkan kualitas beton yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengambilan sampel dan perbandingan keseragamannya terhadap karakteristik dan kuat tekan mortar berdasarkan beberapa merek PCC di Surabaya. Penelitian ini melakukan pengujian konsistensi normal, *initial setting time*, kebutuhan *superplasticizer*, *flow table* serta kuat tekan mortar pada 7, 14, dan 28 hari. Semua merek PCC diambil sebanyak tiga kali dalam jangka waktu tertentu untuk dilakukan pengujian dan pembuatan mortar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semen B memiliki konsistensi normal yang seragam dan semen D memiliki *initial setting time* yang seragam. Semen B dan D memiliki kebutuhan *superplasticizer* dan kuat tekan yang paling seragam, namun semen D membutuhkan *superplasticizer* yang lebih sedikit untuk mencapai kuat tekan yang setara. Sehingga semen D adalah semen yang lebih baik daripada semen merek lain berdasarkan beberapa variabel hasil uji karakteristik dan kuat tekan mortar pada penelitian ini.

**KATA KUNCI:** karakteristik semen, kuat tekan mortar, merek semen, keseragaman semen

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material yang penting dalam industri konstruksi, karena kelebihanannya yang memiliki kuat tekan tinggi. Beton adalah hasil pencampuran bahan yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Semen berfungsi sebagai bahan perekat dan kohesif yang mampu mengikat partikel zat padat menjadi massa yang tahan lama dengan kekuatan yang memadai (Duggal, 2009). Semen yang beredar memiliki banyak varian dan merek, sehingga mutu beton yang dihasilkan juga berbeda-beda dari masing-masing varian dan merek semennya. Varian semen yang beredar seperti *Ordinary Portland Cement* (OPC), *Pozzolan Portland Cement* (PPC) dan *Portland Composite Cement* (PCC). Saat ini semen OPC dan PPC sudah jarang ditemui dan sulit didapatkan di pasaran dibandingkan semen PCC yang lebih banyak beredar. Dalam penggunaan semen ini sering kali ditambahkan zat aditif seperti *superplasticizer* untuk mempermudah pekerjaannya (*workability*).

Pada penelitian Saufi (2020), Anejo et al. (2014), dan Elbagermi et al. (2020), beberapa semen di uji dengan perlakuan yang sama hingga ditemukan merek semen yang memiliki kekuatan terendah ataupun merek semen yang tidak memenuhi standar yang seharusnya. Melihat pentingnya pemilihan semen agar menghasilkan konstruksi beton yang baik, maka perlu untuk diteliti lagi merek semen yang menghasilkan kuat tekan terbaik. Selain itu, penelitian ini juga akan melakukan pengambilan semen dengan variasi waktu yang berbeda karena untuk mendetailkan penelitian terkait keseragaman karakteristik dari hasil produksi masing-masing merek semen. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan merek semen yang selalu memberikan kualitas yang terbaik maupun kualitas yang

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, b11180077@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, b11180159@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, hands@petra.ac.id

tidak selalu sama, dimana hal ini dapat memberikan dampak kerugian pada dunia konstruksi. Oleh karena itu, penelitian akan berfokus untuk melihat keseragaman karakteristik dan kuat tekan dari mortar berdasarkan variasi waktu pengambilannya mengikuti waktu pengiriman dari distributor ke toko. Kedua, penelitian ini akan melihat keseragaman karakteristik dan kuat tekan mortar yang dihasilkan oleh masing-masing semen yang digunakan. Selain itu, penelitian ini mencari merek semen *portland* komposit yang terbaik dalam pembuatan mortar berdasarkan variabel-variabel karakteristik dan kuat tekan mortar yang dihasilkan.

## 2. RANCANGAN PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan berupa pengujian konsistensi normal, *initial setting time*, kebutuhan *superplasticizer* dan *flow table*. Pengujian konsistensi normal dilakukan untuk menentukan kebutuhan air hingga pasta semen dapat mencapai kebasahan ideal, sedangkan *initial setting time* dilakukan untuk menentukan waktu awal proses kimiawi pada campuran mortar. Kebutuhan *superplasticizer* dilakukan dengan *flow test* mortar. Jika setelah ditambahkan *superplasticizer*, nilai *flow table test* telah memenuhi target maka kadar kebutuhan *superplasticizer* telah ditemukan. Standard *flow table test* yang dibutuhkan adalah  $15 \pm 1$  cm (ASTM C1437, 2013).

Penelitian diawali dengan pengambilan semua semen pada minggu pertama yang telah ditetapkan kemudian melakukan pengujian karakteristik dan pembuatan mortar sesuai dengan *mix design* yang telah direncanakan. Pembuatan mortar ini dilakukan dalam minggu yang sama untuk lima merek semen PCC yang beredar di Surabaya, yaitu merek A, B, C, D, dan E. Pengambilan setiap merek semen dilakukan sebanyak tiga kali dengan rentang waktu tertentu untuk dilakukan hal yang sama pada pengambilan kedua dan ketiga agar hasil yang diperoleh akurat. *Mix design* yang digunakan dalam penelitian ini berpedoman pada ASTM C109, (2020) dan mengacu pada penelitian oleh Yunanda, (2019). **Tabel 1.** menunjukkan *mix design* mortar yang digunakan untuk seluruh merek semen dan setiap pengambilan. Tiap *mix design* mortar dicetak dalam cetakan kubus yang berisi tiga sampel dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.

**Tabel 1. Mix Design Mortar**

Merek Semen	Semen	Pasir	Air
	1	2.75	0.485
A	250 gram	687.5 gram	121.25 ml
B			
C			
D			
E			

Pengujian dilakukan pada hari ke 7, 14 dan 28. Mortar yang akan di tes tekan dikeluarkan dari bak *curing* yang berisi air kapur pada hari sebelumnya untuk memastikan mortar dalam keadaan kering. Alat yang digunakan untuk pengujian kuat tekan adalah alat *Universal Testing Machine* yang telah tersedia di Laboratorium Beton Universitas Kristen Petra. Pengujian mengacu pada ASTM C109 (2020). Hasil kuat tekan mortar diambil dari nilai rata-rata tiga benda uji.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

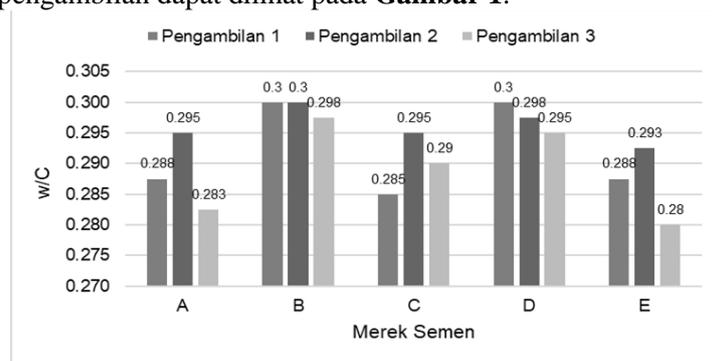
Merek semen yang diambil sebanyak tiga kali diwaktu yang berbeda memiliki perbedaan karakteristik. Tanggal pengambilan masing-masing merek semen ditunjukkan pada **Tabel 2.** Pengujian karakteristik ini dilakukan dengan tujuan memperdalam kesimpulan penelitian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian konsistensi normal, *initial setting time*, kebutuhan *superplasticizer*, dan kuat tekan mortar.

**Tabel 2. Waktu Pengambilan Sampel Semen**

Merek Semen	Pengambilan Ke -		
	1	2	3
<b>Semen A</b>	21-03-2022	11-04-2022	05-05-2022
<b>Semen B</b>	21-03-2022	11-04-2022	05-05-2022
<b>Semen C</b>	22-03-2022	12-04-2022	05-05-2022
<b>Semen D</b>	22-03-2022	12-04-2022	06-05-2022
<b>Semen E</b>	23-03-2022	13-04-2022	06-05-2022

### 3.1 Pengujian Konsistensi Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan semen agar campuran *workable* pada masing-masing merek semen dan pada setiap pengambilan. Konsistensi normal didapatkan dari massa air dibandingkan dengan massa semen. Konsistensi normal untuk masing-masing merek semen dan masing-masing pengambilan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

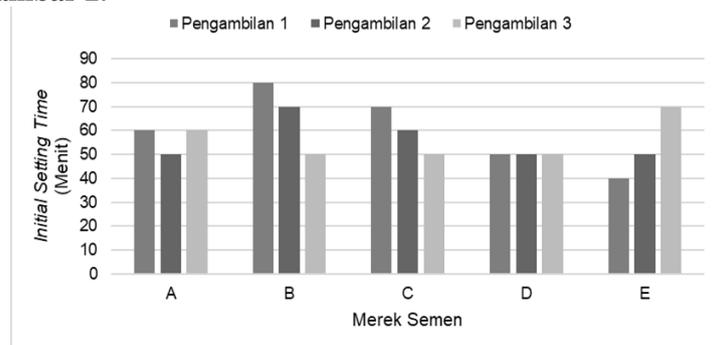


**Gambar 1. Konsistensi Normal Semen**

Konsistensi normal dari lima merek semen dalam tiga kali pengambilan ditunjukkan oleh **Gambar 1**. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa w/c terendah ada pada semen E pada pengambilan ketiga yaitu 0.28. Sedangkan nilai w/c tertinggi ada pada semen B pengambilan pertama, semen B pengambilan kedua dan semen D pengambilan pertama yaitu 0.3. Perbedaan antara kebutuhan air terendah dan kebutuhan air tertinggi cukup berbeda jauh. Pada **Gambar 1**, juga dapat dilihat bahwa w/c pada semen B yang paling konsisten atau seragam selama tiga kali pengambilan dibandingkan w/c semen lainnya. Semen D tidak terlalu seragam, namun perbedaan antara pengambilan satu dengan yang lainnya tidak terlalu berbeda jauh.

### 3.2 Pengujian Initial Setting Time

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan awal masing-masing semen pada setiap kali pengambilan. *Initial setting time* masing-masing semen pada setiap kali pengambilannya ditunjukkan pada **Gambar 2**.

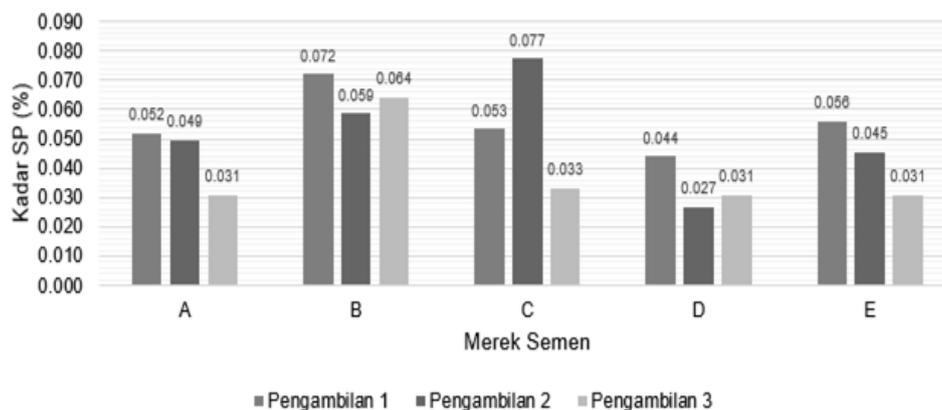


**Gambar 2. Initial Setting Time Semen**

**Gambar 2** menunjukkan waktu pengikatan awal semen atau yang biasa disebut *initial setting time*. Setiap semen pada masing-masing pengambilan memiliki *initial setting time* yang berbeda-beda. Pada semen B pengambilan satu dapat dilihat jika memiliki waktu pengikatan awal terlama yaitu selama 80 menit. Semen B dan semen E memiliki waktu pengikatan awal yang berbeda cukup jauh antara pengambilan pertama dengan pengambilan ketiga. Sedangkan semen D memiliki waktu pengikatan yang relatif cepat diantara semua semen yaitu 50 menit. Semen D juga memiliki *initial setting time* yang seragam antara pengambilan pertama, pengambilan kedua dan pengambilan ketiga yaitu selama 50 menit.

### 3.3 Mortar Semen PCC

Penelitian ini menggunakan semen PCC atau yang biasa disebut *blended cement*, dalam PCC ini terkandung bahan anorganik, sehingga perlu ditambahkan *superplasticizer* agar pada *flow test* campuran bisa memenuhi *flow diameter* yang ditentukan yaitu  $15 \pm 1$  cm. Jumlah kebutuhan *superplasticizer* setiap merek semen dalam tiga kali pengambilan ditunjukkan pada **Gambar 3**.

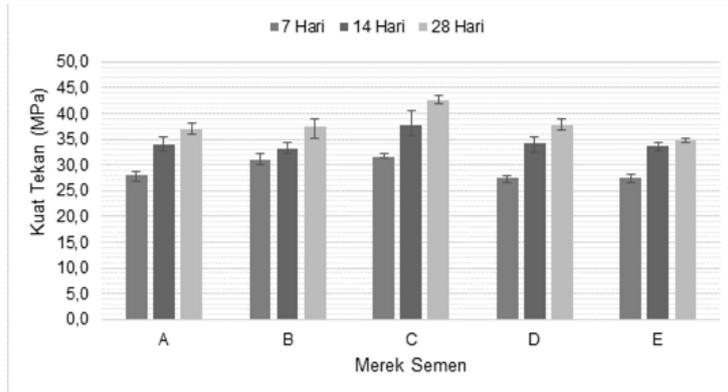


**Gambar 3.** Kebutuhan *Superplasticizer* Mortar

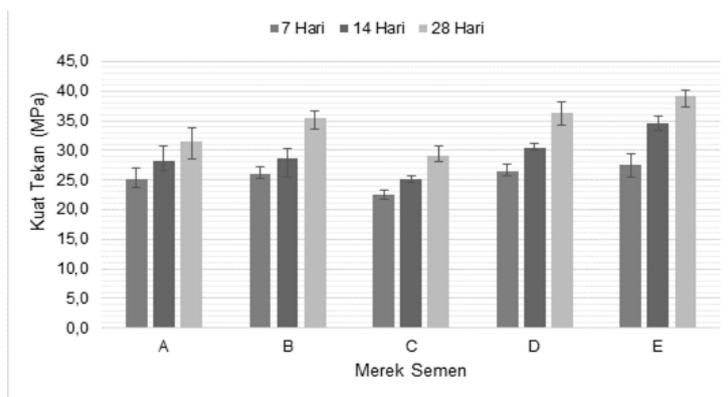
Pada **Gambar 3** masing-masing semen pada setiap pengambilan memiliki perbedaan kebutuhan *superplasticizer*. Semen C pengambilan kedua dan semen C pengambilan ketiga memiliki perbedaan kebutuhan *superplasticizer* yang cukup signifikan yaitu semen C pengambilan kedua membutuhkan *superplasticizer* sebanyak 0.077% dan semen C pengambilan ketiga hanya membutuhkan 0.033%. Semen D memiliki kebutuhan *superplasticizer* terendah pada semua pengambilan dibandingkan semen lainnya, berbeda dengan Semen B yang membutuhkan *superplasticizer* cukup tinggi pada setiap pengambilan untuk bisa mencapai *flow diameter*  $15 \pm 1$  cm. Walaupun semen B memiliki kebutuhan *superplasticizer* yang tinggi pada setiap pengambilan, namun perbedaan kebutuhan *superplasticizer* pada tiga kali pengambilan tidak berbeda jauh atau cukup seragam dibandingkan semen lainnya. Semen D yang memiliki kebutuhan *superplasticizer* yang rendah dapat dilihat juga cukup seragam antara pengambilan satu dengan lainnya.

#### 3.3.1 Kuat Tekan Mortar Semen PCC

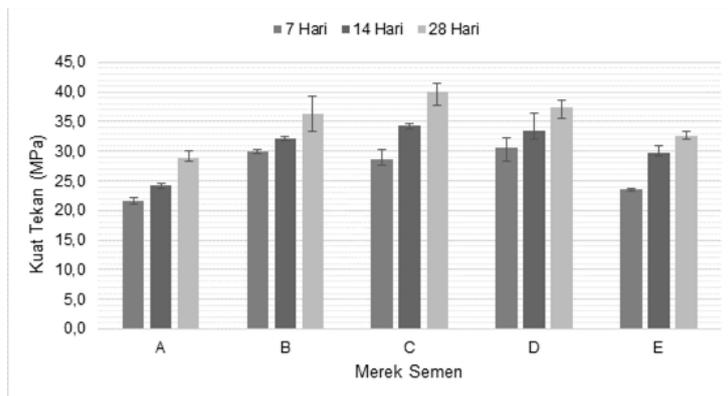
Kuat tekan mortar semen dilakukan untuk mengetahui kekuatan maksimum yang mampu ditahan oleh mortar yang dibuat untuk masing-masing semen dan setiap pengambilan. Hasil yang ditunjukkan oleh alat tes adalah hasil kekuatan dalam kN yang selanjutnya diubah menjadi MPa. Hasil kuat tekan mortar dari lima merek semen pada pengambilan satu ditunjukkan oleh **Gambar 4**, hasil kuat tekan mortar dari lima merek semen pada pengambilan dua ditunjukkan oleh **Gambar 5** dan hasil kuat tekan mortar dari lima merek semen pada pengambilan tiga ditunjukkan oleh **Gambar 6**.



**Gambar 4. Kuat Tekan Mortar Pengambilan 1**



**Gambar 5. Kuat Tekan Mortar Pengambilan 2**



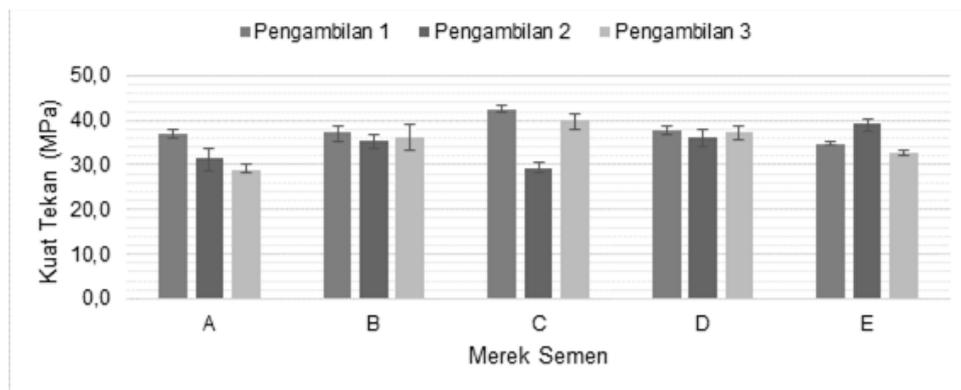
**Gambar 6. Kuat Tekan Mortar Pengambilan 3**

Dapat dilihat pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6** bahwa pada semua merek semen dan pada semua pengambilan dari hari ke 7, 14 dan 28 mengalami kenaikan. Selain itu, dapat dilihat perbedaan yang signifikan pada semen C pengambilan kedua memiliki nilai terendah, lalu pada pengambilan pertama dan ketiga semen C memiliki nilai tertinggi.

### 3.3.2 Keseragaman Kuat Tekan Mortar

Kualitas semen menentukan kuat tekan mortar yang dihasilkan. Jika pada setiap kali produksi semen memberikan kualitas yang sama, maka kuat tekan mortar yang dihasilkan tidak akan berbeda jauh satu

dengan yang lain. Namun, jika kualitas semen antara produksi satu dengan yang lainnya tidak sama, maka kuat tekan mortar yang dihasilkan akan berbeda cukup jauh antara satu dengan yang lain. **Gambar 7** menunjukkan keseragaman kuat tekan mortar umur 28 hari.



**Gambar 7. Keseragaman Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari**

Keseragaman kuat tekan mortar pada penulisan ini dilihat pada kekuatan mortar di umur 28 hari. Semen C pada pengambilan pertama menunjukkan kekuatan tertinggi diantara semua merek semen dan semua pengambilan yaitu sebesar 42.6 MPa, berbanding terbalik dengan semen C pada pengambilan kedua yang menunjukkan kekuatan terendah diantara semua merek semen di semua pengambilan yaitu sebesar 29.1 MPa. Semen A dan Semen E menunjukkan adanya ketidakseragaman antara pengambilan satu, dua dan tiga karena adanya perbedaan yang lebih jauh dibandingkan semen B dan semen D. Semen B dan D memiliki perbedaan kekuatan yang sedikit antara pengambilan satu, dua dan tiga sehingga bisa dikatakan memiliki kekuatan yang seragam dibandingkan yang lainnya.

### 3.4 Korelasi Kebutuhan *Superplasticizer* dengan Kuat Tekan Mortar

**Tabel 3** menunjukkan jumlah *superplasticizer* yang digunakan pada mortar dan hasil kuat tekan mortar umur 28 hari yang dihasilkan dari penambahan *superplasticizer*.

**Tabel 3. Korelasi *Superplasticizer* dengan Kuat Tekan Mortar**

Merek Semen	Pengambilan Ke -	<i>Superplasticizer</i> (%)	Kuat Tekan 28 Hari (Mpa)
A	1	0.39	36.9
	2	0.37	31.4
	3	0.23	28.9
B	1	0.54	37.5
	2	0.44	35.5
	3	0.48	36.3
C	1	0.40	42.6
	2	0.58	29.1
	3	0.25	40.1
D	1	0.29	37.8
	2	0.2	36.3
	3	0.23	37.3
E	1	0.42	34.7
	2	0.34	39.2
	3	0.23	32.6

Masing-masing pengambilan semen memiliki kebutuhan yang berbeda-beda untuk dapat mencapai *flow diameter* yang telah direncanakan, namun yang menunjukkan kebutuhan *superplasticizer* seragam

adalah semen B. **Tabel 3** juga menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* lebih banyak tidak selalu dapat meningkatkan kekuatan mortar. Pada mortar semen C pengambilan kedua menunjukkan penambahan *superplasticizer* yang tinggi, sedangkan kekuatan yang dihasilkan menunjukkan kekuatan terendah diantara semua semen pada semua pengambilan. Masing-masing merek semen memiliki reaksi yang berbeda terhadap penambahan *superplasticizer*, dapat dilihat pada **Tabel 3** yang menunjukkan bahwa semen A pengambilan ketiga dan semen E pengambilan ketiga memiliki penambahan kadar *superplasticizer* yang sama, namun kekuatan yang dihasilkan tidak sama. Dapat disimpulkan bahwa ada hal lain yang mempengaruhi kuat tekan mortar di umur 28 hari selain penambahan *superplasticizer*.

#### 4. KESIMPULAN

- a. Tidak semua merek semen selalu memberikan kualitas yang sama pada masing-masing pengambilan jika dilihat dari hasil pengujian karakteristik melalui konsistensi normal, *initial setting time*, kebutuhan *superplasticizer* dan kuat tekan umur 28 hari.
- b. Semen B memiliki konsistensi normal yang seragam pada tiga kali pengambilan yaitu sebesar 0.3, 0.3 dan 0.298.
- c. Semen D memiliki waktu pengikatan awal atau *initial setting time* yang paling seragam yaitu pada menit ke 50.
- d. Semen B memiliki kebutuhan *superplasticizer* tertinggi diantara semua merek semen, sedangkan Semen D memiliki kebutuhan *superplasticizer* yang rendah. Namun kedua semen ini memiliki kebutuhan *superplasticizer* paling seragam diantara semen lainnya. Semen B pada pengambilan pertama, dua dan tiga memiliki kebutuhan *superplasticizer* berturut-turut 0.072%, 0.059% dan 0.064%. Sedangkan semen D memiliki kebutuhan *superplasticizer* berturut-turut 0.44%, 0.027% dan 0.031%.
- e. Kuat tekan mortar di umur 28 hari yang paling seragam dan memiliki kekuatan yang cukup tinggi adalah semen B dan D. Namun semen D untuk mencapai kekuatan yang hampir sama dengan semen B hanya membutuhkan *superplasticizer* yang lebih sedikit.
- f. Semen C adalah semen yang memiliki karakteristik paling tidak seragam diantara keempat semen lainnya baik dari konsistensi normal, *initial setting time* maupun kuat tekan yang dihasilkan sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam proses produksi satu dengan yang lain ada perbedaan kualitas.
- g. Semen D adalah semen yang lebih baik daripada empat semen merek lain berdasarkan beberapa variabel hasil uji karakteristik pada mortar yang menggunakan semen D pada penelitian ini.

#### 5. DAFTAR REFERENSI

- Anejo, J. A., Gbenglapinni, H., & Ahmadu, A. (2014). "Comparative Study of the Physical Properties of Some Selected Cement Brands in Nigeria". *International Journal of Engineering Research and Development*. Vol. 10, No. 12, 39-44.
- ASTM. (2013). ASTM C1437 - Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. In *ASTM International*.
- ASTM C109. (2020). ASTM C109 / C109M - 20b. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50 mm] Cube Specimens). In *Annual Book of ASTM Standards* (Vol. 04).
- Duggal, S. K. (2009). *Building Materials*, New Age International Publishers, New Delhi, India.
- Elbagermi, M., Hamoda, W., & Edward, H. (2020). "Comparative Study of the Physical Properties of Some Brands of Portland Cement Available in the Libyan Market". *International Journal of New Chemistry*.
- Saufi, R. (2020). *Studi Perbandingan Penggunaan Lima Merk Semen PCC Tipe Satu terhadap Sifat Mekanik Beton*. Tugas Akhir, Universitas Mataram, Mataram.
- Yunanda, M. (2019). "Perbandingan Kuat Tekan Mortar dengan Memanfaatkan Coal Ash Waste". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 7, No. 2.