

## Optimalisasi Substitusi Abu Sekam Padi Dan Abu Cangkang Sawit Pada Tanah Liat Untuk Campuran Mortar Geopolymer

Sigit Handoko<sup>1</sup>, Firdaus<sup>2</sup>

1. Magister Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia  
2. Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia  
Email: sigit.h.plg@gmail.com, <sup>2</sup>firdaus.dr@binadarma.ac.id

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan mortar beton geopolymer berbahan ASP dan ACS, dengan variabel penambahan berat ASP dan ACP adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari persentase berat tanah liat sebagai material substitusi tanah liat. Pada akhir penelitian diketahui bahwa substitusi abu sekam padi (ASP) pada tanah liat meningkatkan kuat tekan beton geopolymer pada umur benda uji 28 hari dari 7,6 KN menjadi 13 KN (sebesar 71%). Substitusi abu cangkang sawit (ACS) pada tanah liat meningkatkan kuat tekan beton geopolymer pada umur benda uji 28 hari dari 7,6 KN menjadi 11,2 KN (sebesar 47%). Dari nilai diatas diketahui bahwa substitusi abu cangkang sawit memberikan hasil yang lebih baik dibanding abu cangkang sawit. Pada variasi campuran abu sekam padi 15% pada tanah liat diumur 28 hari didapatkan nilai terbesar =13 KN. Pada variasi campuran abu cangkang sawit 10% pada tanah liat diumur 28 hari didapatkan nilai terbesar =11,2 KN.

Kata kunci: abu sekam padi, abu cangkang sawit, substitusi tanah liat, geopolymer, mortar

### 1. PENDAHULUAN

Berbagai usaha telah dilakukan untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan, salah satunya yaitu mengganti semen portland dengan berbagai material hasil produk sampingan (by-product material) dari berbagai industri, Antara lain menggunakan fly ash atau abu terbang (Davidovits,1994), kemudian dalam pengembangannya abu terbang dengan volume cukup banyak sekitar 60% dicampur dengan semen Portland. Jenis beton tersebut dikenal sebagai High Volume Fly Ash Concrete (HVFA) yang ternyata memiliki karakteristik mekanik lebih baik terutama menyangkut kinerja durabilitas.

Usaha lainnya dalam mendapatkan beton ramah lingkungan yaitu melalui pengembangan beton dengan bahan pengikat anorganik seperti alumina silikat polymer atau dikenal dengan geopolymer. Geopolymer merupakan sintesa dari material geologi yang terdapat pada alam atau material hasil produk sampingan industri seperti abu terbang yang kaya akan kandungan silika dan alumina (Davidovits, 1999).

Perbedaan antara beton konvensional dengan beton polimer bisa dilihat dari komposisi mortar beton (beton konvensional) dengan mortar geopolimer. Mortar atau biasa dikenal dengan adukan merupakan campuran dari bahan pengikat (semen), bahan pengisi (pasir) dan air. Menurut SNI 03-6852-2002 yang dimaksud mortar semen Portland adalah campuran antara pasir kwarsa, air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Pengertian dari pasir kwarsa itu sendiri adalah pasir yang mengandung mineral silika > 90% dan air suling adalah air yang diperoleh dari hasil penyulingan air campuran antara semen dan pasir ini menggunakan perbandingan tertentu agar mortar memiliki ketahanan terhadap tekan dan tarik.

Abu Terbang (fly ash) adalah sisa batu bara yang dibakar pada industri dan PLTU yang menjadi limbah dan harus diupayakan pengurangan volume limbah yang ada dengan upaya penggunaan kembali (reuse). Abu terbang adalah bahan yang bersifat pozzolanic dan sebagian besar mengandung SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO dan bahan lainnya. Penelitian tentang abu terbang yang digunakan sebagai material pada mortar geopolimer telah banyak dilakukan dan menunjukkan hasil yang baik dalam hal kuat tekan dan ketahanan (D. Hardjito and Tsen, 2008).

Gino Marino, Y dan Djoko Setiyarto (2020), melakukan penelitian mengenai: Penggunaan Tanah Liat Untuk Mengurangi Jumlah Semen Pada Beton Geopolimer. Penelitian dilakukan di Universitas Komputer Indonesia (Program Studi Teknik Sipil). Pada penelitian ini didapatkan bahwa penambahan/ penggantian tanah liat pada sebagian semen PC tidak memberikan perbaikan yang signifikan pada kekuatan beton

Abu sekam padi (rice husk ash) adalah sisa pembakaran sekam padi yang merupakan limbah dari penggilingan padi dengan persentase 20% dari padi itu sendiri. Pembakaran adalah cara untuk menghasilkan energi dan juga cara yang efisien untuk menghilangkan kandungan zat organik, menyisakan abu sekam yang sebagian besar mengandung silika (Kanth and Muthu, 2015). Pembakaran sekam padi pada suhu 500°C-700°C menghasilkan kandungan silika yang optimal (Nair, et al., 2008).

Penelitian tentang pengaruh tingkat kehalusan abu sekam padi sebagai material pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Firdaus, Yunus Ishak dan Rosidawani (2016) pada penelitiannya menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada mortar menyimpulkan bahwa semakin halus abu sekam padi yang digunakan maka semakin besar juga kuat tekan mortar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin halus abu sekam padi maka akan semakin kuat ikatan yang terjadi pada mortar. Apridiansyah, Epan (2019) pada penelitiannya menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada beton dengan ukuran abu sekam padi lolos saringan no. 50, 100 dan 200. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran abu sekam padi yang lolos saringan 200 menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah: melihat seberapa besar pengaruh substitusi abu sekam padi (ASP) dan abu cangkang sawit (ACS) pada tanah liat terhadap kuat tekan mortar beton geopolimer. Juga akan dilihat variasi kuat tekan mortar dari pengaruh variasi penambahan komposisi abu sekam dan abu cangkang sawit. Penambahan dari material abu sekam padi dan abu cangkang sawit pada tanah liat adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

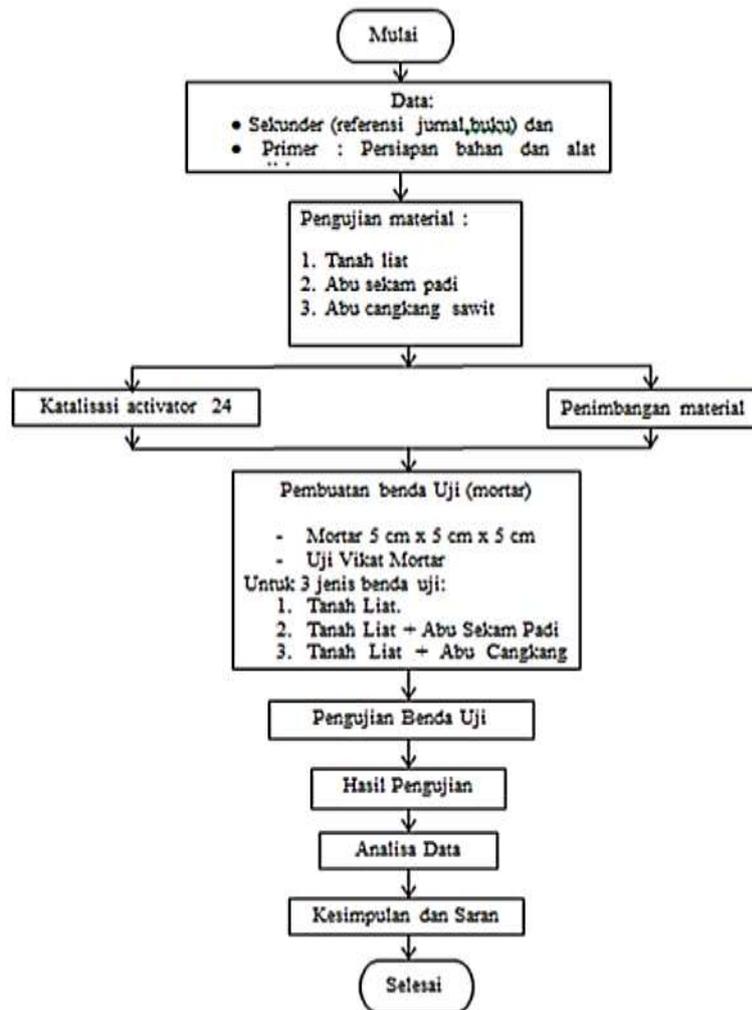
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang di pakai pada penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu dengan membuat eksperimen terhadap objek penelitian yang dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Binadarma.

### Peralatan yang digunakan dalam penelitian:

- Alat pengambilan serta penampungan air digunakan ember dan gelas ukur (ukuran 100 ml).
- Alat untuk menyiapkan/ penemparan bahan susun mortar digunakan cawan serta baskom.
- Alat untuk mengaduk/ meratakan campuran beton menggunakan spatula dan mixer sebagai alat pengaduk.
- Alat yang berfungsi untuk memadatkan campuran beton digunakan besi.
- Satu set saringan serta alat penggetar.
- Alat timbang dan mesin penguji kuat tekan mortar.

Curing dilakukan selama 7 hari untuk pengujian kuat tekan mortar 7 hari, selama 14 hari untuk pengujian kuat tekan mortar 14 hari dan 28 hari untuk pengujian kuat tekan mortar 28 hari.



Benda uji memiliki ukuran 5 x 5 x 5 cm, berjumlah 5 buah dari setiap umur dan variasi sehingga jumlah total benda uji 75 buah.

Acuan yang digunakan dalam penelitian ini:

- SNI- 06-6867-2002. Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapu. BSN, 2002. p. 1-10. Untuk: Grading pengujian agregat halus Pengujian agregat halus.
- SNI- 06-6867-2002. Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapu. BSN, 2002. p. 1-10. Untuk: Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya.
- SNI 03- 1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Mortar. BSN, 1990. p. 1-6. Untuk: Pengujian berat jenis/kepadatan mortar.
- SNI 03-6825-2002. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar. BSN, 2002. p. 1-7. Untuk: Pengujian kuat tekan mortar.
- SNI- 03-3449-2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. BSN, 2002. p.1-29. Untuk: pedoman pencampuran beton ringan dengan agregat ringan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Hasil Laboratorium

Hasil pengujian benda uji tanah liat, tanah liat + abu sekam padi, dan tanah liat abu cangkang sawit disajikan dalam table sebagai berikut:

#### 3.1.1. Tanah Liat

Tabel 3.1: Hasil Uji Mortar Normal 7, 14, 28 Hari.

no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN					KN rata2
1	NORMAL	7	TL	5	6	4	5	5	4	4.8
		14		5	5	7	7	6	6.25	
		28		5	8	8	6	7		



Gambar 3.1: Pengujian Beton Normal

#### 3.1.2. Penambahan Abu Sekam Padi Pada Tanah Liat

Hasil pengujian pada penambahan variasi abu sekam padi dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2: Hasil Uji Pada Penambahan ASP Pada 17, 14, 28 Hari.

2	5%	7	TL ASP	5	5	7	5	6	5	5.6	
		14		5	6	7	6	5	7		6.2
		28		5	9	7	10	8	9		
No	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN					KN rata2	
3	10%	7	TL ASP	5	7	7	5	6	5	6	
		14		5	9	5	7	6	8		7
		28		5	12	10	8	10	9		
no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN					KN rata2	
4	15%	7	TL ASP	5	7	6	5	6	5	5.8	
		14		5	5	7	8	9	6		7
		28		5	11	13	14	11	16		
no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN					KN rata2	
5	20%	7	TL ASP	5	6	7	5	5	6	5.8	
		14		5	9	6	5	10	8		7.6
		28		5	9	11	10	9	8		
no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN					KN rata2	
6	25%	7	TL ASP	5	7	6	5	6	7	6.2	
		14		5	7	7	6	7	6		6.6
		28		5	9	8	7	10	11		
Jumlah Benda Uji				75							



Gambar 3.2: Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Sekam Padi

### 3.1.3. Penambahan Abu Sekam Padi Pada Tanah Liat

Hasil pengujian pada penambahan variasi abu cangkang sawit dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3: Hasil Uji Pada Penambahan ACS Pada 17, 14, 28 Hari.

no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN						KN rata2
7	5%	7	TL ACS	5	8	9	9	11	8	9	10.4
		14		5	11	10	10	9	12		
		28		5	5	11	9	7	10		
no	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN						KN rata2
8	10%	7	TL ACS	5	11	10	10	8	10	9.8	
		14		5	10	7	8	9	9	8.6	
		28		5	10	13	10	10	13	11.2	
No	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN						KN rata2
9	15%	7	TL ACS	5	9	8	10	9	6	8.4	
		14		5	7	8	6	9	8	7.6	
		28		5	10	8	10	8	7	8.6	
No	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN						KN rata2
9	20	7	TL ACS	5	6	7	9	9	8	7.8	
		14		5	6	5	7	7	9	6.8	
		28		5	8	9	11	9	12	9.8	
No	variasi	umur	kode benda uji	jumlah	KN						KN rata2
10	25%	7	TL ACS	5	7	6	5	6	7	6.2	
		14		5	6	7	6	7	7	6.6	
		28		5	10	8	9	11	11	9.8	
Jumlah Benda Uji				75							



Gambar 3.3: Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit

### 3.2. Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat & Abu Sekam Padi

Hasil pengujian laboratorium disajikan dalam bentuk grafik, dimana komposisi abu sekam padi adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

#### 3.2.1. Komposisi Abu Sekam Padi 0%

Gambar grafik dibawah ini menunjukkan kuat tekan umur 7, 14, dan 28 hari dari benda uji tanah liat/ penambahan abu sekam 0%.



Gambar 3.4:Kuat Tekan Tanah Liat Pada Umur 7,14,& 28 Hari.

#### 3.2.2. Komposisi Abu Sekam Padi 5%

Grafik variasi penambahan ASP 5% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.5:Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 5%

#### 3.2.3. Komposisi Abu Sekam Padi 10%

Berikut adalah grafik variasi penambahan ASP 10% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.6: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 10%

### 3.2.4. Komposisi Abu Sekam Padi 15%

Grafik variasi penambahan ASP 15% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.7: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 15%

### 3.2.5. Komposisi Abu Sekam Padi 20%

Berikut adalah grafik variasi penambahan ASP 15% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.8: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 20%

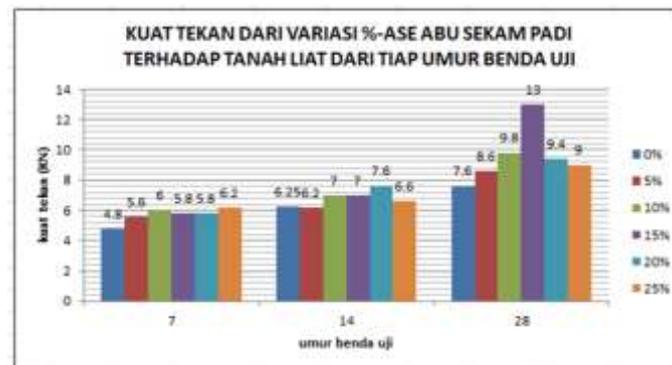
### 3.2.6. Komposisi Abu Sekam Padi 25%

Grafik variasi penambahan ASP 25% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.9: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 25%

Grafik hasil uji tekan pada campuran tanah liat dengan variasi abu sekam yang telah dibuat pada bagian sebelumnya disatukan dalam tabel berikut ini:



Gambar 3.10: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + ASP variasi 0% s/d 25%

### 3.2.7. Kuat Tekan Benda Uji 7, 14, & 28 Hari

Pada grafik dibawah diperlihatkan perubahan dari kuat tekan perhadap perubahan penambahan abu sekam pada tanah liat di umur benda uji 7 hari.



Gambar 3.11: Kuat Tekan Benda Uji T.Liat + ASP Pada Umur 7 Hari

Selanjutnya untuk benda uji umur 14 hari diperlihatkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 3.12: Kuat Tekan Benda Uji T.Liat + ASP Pada Umur 14 Hari

Untuk umur benda uji 28 hari pada uji tanah liat dengan ASP yang memiliki variasi 0%,5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.



Gambar 3.13: Kuat Tekan Benda Uji T.Liat + ASP Pada Umur 28 Hari

Grafik yang dibuat pada bagian sebelumnya disatukan dalam grafik berikut ini:



Gambar 3.14: Kuat Tekan Variasi %-ase Abu Sekam Padi Pada Tanah Liat Dilihat Dari Umur Benda Uji

### 3.3. Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat & Abu Cangkang Sawit

Hasil pengujian laboratorium dari benda uji tanah liat dengan variasi abu cangkang sawit (ACS) dibahas pada bagian ini. Secara umum grafik dibuat menjadi dua bagian, pertama grafik kuat tekan berbanding umur benda uji (7, 14, dan 28 hari) kedua grafik kuat tekan berbanding variasi persentase abu cangkang sawit (ACS).

#### 3.3.1. Komposisi Abu Cangkang Sawit 0%

Gambar grafik dibawah ini menunjukkan kuat tekan umr 7, 14, dan 28 hari dari benda uji tanah liat/ penambahan abu cangkang sawit 0%.



Gambar 3.15: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat Pada Umur 7, 14, & 28 Hari

#### 3.3.2. Komposisi Abu Cangkang Sawit 5%

Grafik variasi penambahan ACS 5% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.16: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit (5%) – Umur 7, 14, 28 Hari

#### 3.2.3. Komposisi Abu Cangkang Sawit 10%

Berikut adalah grafik variasi penambahan ACS 10% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.17: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit (10%) – Umur 7, 14, 28 Hari

### 3.2.4. Komposisi Abu Cangkang Sawit 15%

Grafik variasi penambahan ACS 15% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.19: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit (15%) – Umur 7, 14, 28 Hari

### 3.2.5. Komposisi Abu Cangkang Sawit 20%

Berikut adalah grafik variasi penambahan ACS 20% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.20: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit (20%) – Umur 7, 14, 28 Hari

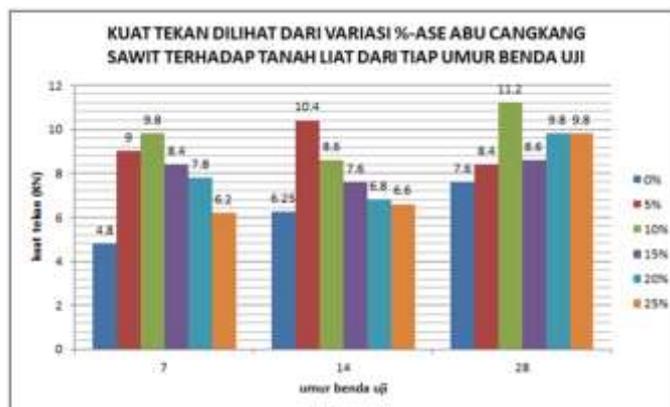
3.2.6. Komposisi Abu Cangkang Sawit 25%

Grafik variasi penambahan ASP 25% pada beton uji 7,14,dan 28 hari:



Gambar 3.21: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit (20%) – Umur 7, 14, 28 Hari

Grafik hasil uji tekan pada campuran tanah liat dengan variasi abu cangkang sawit yang telah dibuat pada bagian sebelumnya disatukan dalam table berikut ini:



Gambar 3.22: Kuat Tekan Dilihat Dari %-ase Abu Cangkang Sawit Terhadap Tanah Liat Dari Tiap Umur Benda Uji

3.3.7. Kuat Tekan Benda Uji 7, 14, & 28 Hari

Pada grafik dibawah diperlihatkan perubahan dari kuat tekan perhadap perubahan penambahan abu cangkang sawit pada tanah liat di umur benda uji 7 hari.



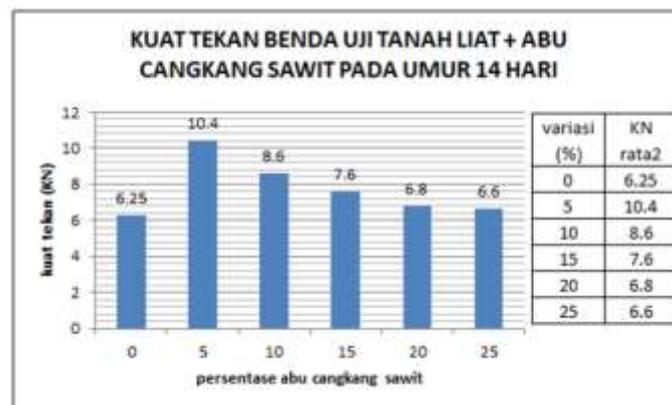
Gambar 3.23: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit 7 Hari

Selanjutnya untuk benda uji umur 14 hari diperlihatkan pada grafik dibawah ini:



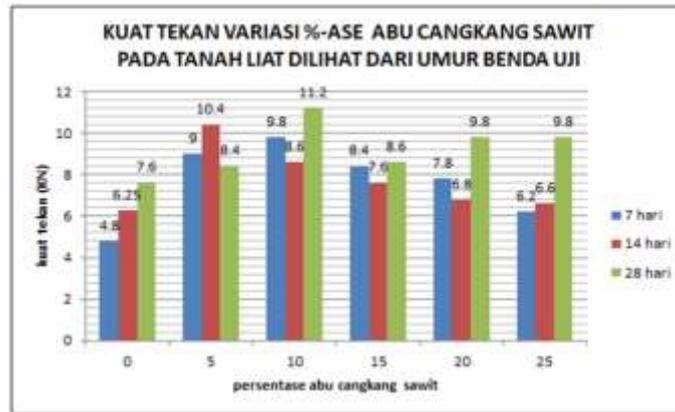
Gambar 3.24: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit 14 Hari

Untuk umur benda uji 28 hari pada uji tanah liat dengan ASP yang memiliki variasi 0%,5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.



Gambar 3.25: Kuat Tekan Benda Uji Tanah Liat + Abu Cangkang Sawit 28 Hari

Grafik yang dibuat pada bagian sebelumnya disatukan dalam grafik berikut ini:

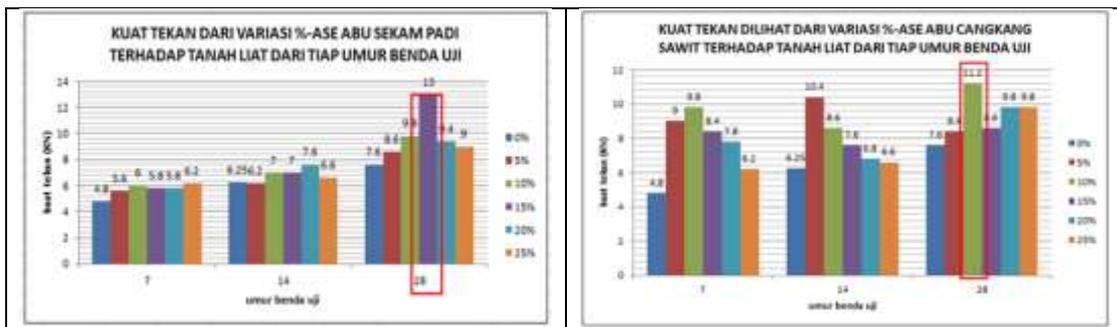


Gambar 3.26: Kuat Tekan Variasi %-ase Abu Cangkang Sawit Pada Tanah Liat Dilihat Dari Umur Benda Uji

### 3.4. Perbandingan Kuat Tekan

Dari analisa diatas maka didapat dua buah grafik yaitu kuat tekan dari variasi %-ase abu sekam padi terhadap kuat tanah liat dari tiap umur benda uji dan grafik kuat tekan terhadap variasi abu cangkang sawit dari tiap umur benda uji.

Dengan membandingkan kedua grafik ini akan diketahui perbedaan hasil dari kedua bahan variasi pencampuran tanah liat.



Gambar 3.27: Grafik Perbandingan Hasil Abu Sekam Padi & Abu Cangkang Sawit.

## 4. KESIMPULAN

Berdasar pembahasan disimpulkan bahwa:

Substitusi abu sekam padi (ASP) pada tanah liat meningkatkan kuat tekan beton geopolymer pada umur benda uji 28 hari dari 7,6 KN menjadi 13 KN (sebesar 71%). Substitusi abu cangkang sawit (ACS) pada tanah liat meningkatkan kuat tekan beton geopolymer pada umur benda uji 28 hari dari 7,6 KN menjadi 11,2 KN (sebesar 47%). Dari nilai diatas diketahui bahwa substitusi abu cangkang sawit memberikan hasil yang lebih baik dibanding abu cangkang sawit.

Pada variasi campuran abu sekam padi 15% pada tanah liat diumur 28 hari didapatkan nilai terbesar =13 KN. Pada variasi campuran abu cangkang sawit 10% pada tanah liat diumur 28 hari didapatkan nilai terbesar =11,2 KN.

## REFERENSI

- [1] Chandra Denie dan Firdaus (2019) “Pengaruh Kondisi Material dengan Aktivator Potassium Pada Beton Geopolimer dari Limbah B3 FlyAsh Batu Bara terhadap Kuat Tekan”. Jurnal rekayasa Universitas Bung Hatta Vol.09 No.02 hal 73-90
- [2] Davidovits, J. (1994) “High Alkali Cement for 21st Century Concretes, in Concrete Technology, Past, Present and Future.” In Proceedings of V. Mohan malhotra Symposium, 1994. Editor; P.Kumar Metha, ACI SP-144.PP.383-397
- [3] Davidovits, J. (1999) Chemistry of Geopolymeric Systems Terminology. Proceedings of Geopolymer. International Conference, France, 1999.
- [4] Davidovits, J. (2008) Geopolymer Chemistry and Applications. Geopolymer Institute, Saint-Quentin.
- [5] D. Hardjito, M. Tsen, *The 3rd International Conference ACF/VCA*, **2003**, 144 (2008)
- [6] Davidovits, J. (1994) “High Alkali Cement for 21st Century Concretes, in Concrete Technology, Past, Present and Future.” In Proceedings of V. Mohan malhotra Symposium, 1994. Editor; P.Kumar Metha, ACI SP-144.PP.383-397
- [7] Firdaus.Yunus,Ishak.Rosidawani (2016) “Contribution of Fineness Level of Fly Ash to the Compressive Strength of Geopolymer Mortar”, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Bina Darma University, Palembang 30264, Indonesia.
- [8] Muhammad Reza Palepy. (2020) Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tarik Pada Beton dengan Bahan Tambahan Superplattizer
- [9] Gino Marino<sup>1</sup>, Y. Djoko Setiyarto (2020) “Penggunaan Tanah Liat Untuk Mengurangi Jumlah Semen Pada Beton Geopolimer”, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Komputer Indonesia, Indonesia.
- [10] Gino Marino<sup>1</sup>, Y. Djoko Setiyarto (2020) “Penggunaan Tanah Liat Untuk Mengurangi Jumlah Semen Pada Beton Geopolimer”, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Komputer Indonesia, Indonesia.
- [11] SNI 2493:2011 “Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium” Badan Standar Nasional Indonesia.
- [12] SNI-03-6825-2002 “Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil”. Badan Standar Nasional Indonesia.
- [13] SNI 03-6882-2002 “Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Lapangan”. Pustran-Balitbang PU.