

Analisis Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) Dan Serat Sabut Kelapa (SSK) Dengan Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami

Mariadly Rizky Abdillah

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Mughtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

mariadlyrizky@gmail.com

Abstrak

Seperti yang kita ketahui bahwa beton sangat lemah dalam kuat tarik tidak hanya kuat tarik saja yang menjadi permasalahan, tetapi nilai modulus elastisitas juga sangat mempengaruhi dalam kekuatan beton itu sendiri, dalam penelitian ini abu sekam padi dan abu serat sabut kelapa digunakan sebagai bahan tambah dalam adukan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan membuat benda uji silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. setelah melalui tahap perawatan selama 28 hari. Variasi penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah campuran beton direncanakan dengan empat variasi yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% untuk abu sekam padi dan 0.3% untuk serat sabut kelapa, serta digunakan dua factor air semen yaitu 0.40 dan 0.45 untuk mengetahui hasil yang lebih optimal, jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 18 buah benda uji untuk pengujian modulus elastisitas dan kuat tekan. Dari hasil pengujian modulus elastisitas beton serat, nilai maksimum di dapatkan pada campuran variasi abu sekam padi 10% + serat sabut kelapa 0.003 pada FAS 0.40 sebesar 25231 MPa dengan kuat tekan beton serat maksimum di dapatkan pada campuran variasi abu sekam padi 10% + serat sabut kelapa 0.003 pada FAS 0.45 sebesar 30.4 MPa, namun nilai yang dihasilkan masih dibawah beton normal.

Kata Kunci: *Beton serat, self compacting concrete, abu sekam padi, serat sabut kelapa.*

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi kita dituntut untuk mampu beradaptasi dengan teknologi yang semakin canggih. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan manusia sehingga harus diseimbangkan dengan teknologi yang kian canggih. Pun pula terjadi pada teknologi beton. Saat ini perkembangan beton lebih memperhatikan kualitas kecairan yang tinggi sehingga pada saat pemadatan tidak membutuhkan bantuan vibrator. Beton ini disebut dengan Self Compacting Concrete (SCC) (Memadat et al., 2001). Dan di Indonesia merupakan negara agraris penghasil beras di Asia Tenggara.

Berdasarkan hal tersebut padi yang dihasilkan banyak sekali limbah, yaitu berupa sekam dan jerami padi. Sekam padi merupakan limbah pertanian melimpah yang jarang dimanfaatkan pembuatan beton masyarakat sebagai bahan tambahan. Masyarakat biasanya memanfaatkan sekam ataupun perapian untuk ternak padi untuk bahan bakar memasak. Sekam padi memiliki kandungan mineral yang sama dengan kandungan mineral pada semen.

Kandungan silika dari ekstraksi abu sekam padi adalah sebesar 82,26 % (Samsudin & Hartantyo, 2017). Dalam tugas akhir ini yang akan diteliti adalah efek karakteristik abu sekam padi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan serat sabut kelapa dengan variasi 0.3% dari volume beton, terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton SCC (Self-Compacting Concrete).

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus, dengan unsur penyusun semen, air, agregat halus, agregat kasar dan serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat dari tumbuhan (jerami, bambu dan ijuk), serat plastik, maupun potongan kawat baja. Penambahan serat pada pencampuran beton dapat mengurangi terjadinya segregasi, serat juga berfungsi untuk mencegah adanya retakan pada beton. Beton serat juga memiliki sifat lebih tahan akan benturan dan lenturan.

Workability adalah tingkat kemudahan beton untuk ditempatkan, dipadatkan sehingga tidak ada udara yang terjebak tanpa terjadi pemisahan agregat (segresi) dan mengeluarkan air yang berlebihan (bleeding). Untuk mengukur workability beton yang paling sering digunakan metode slump test, hasil yang didapat dari pengukuran tinggi keruntuhan dari uji kerucut Abrams yang dinyatakan dalam centimeter. Untuk beton yang kental workability sulit, angka slump nya di kisaran 0 - 8 cm dan yang pengerjaannya lebih mudah pada slump 8 -12 cm (Amiruddin et al., 2015).

Menurut (Ladwing, Il – M., Woise, F., Hemrich, W . and Ehrlich, N. 2001) dalam (Memadat et al., 2001), Beton memadat mandiri (self compacting concrete, SCC) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan van admixture superplastiziser untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang Sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton.

Menurut (Mohseni, dkk, 2019) dalam (Sandya & Musalamah, 2019), Abu sekam padi adalah produk sampingan pertanian yang dihasilkan dengan membakar sekam padi. Abu sekam padi ini bisa digunakan sebagai pupuk untuk tanaman dan juga sebagai bahan campuran beton, karena abu sekam padi ini

mengandung silika yang tinggi. Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi karena tanaman padi menyerap silika dari tanah dan menyimpannya dalam biji-bijian dan sekam yang menutupi biji-bijian.

Menurut ASTM C494 dan British Standard 5075, superplasticizer adalah bahan kimia tambahan pengurang air, dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama (Effendi et al., 2018).

Faktor air semen (fas) adalah berbanding jumlah penggunaan air dengan jumlah penggunaan semen (w/c) dalam suatu campuran mortar atau beton. Perbandingan yang dipakai dalam hal ini adalah perbandingan berat. Semakin tinggi nilai fas maka semakin rendah mutu beton yang dihasilkan, akan tetapi nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai fas yang sangat rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun (Purwanto et al., 2016).

Pada umumnya bahan, termasuk beton memiliki daerah awal pada diagram tegangan regangannya di mana bahan berkelakuan secara elastis dan linier. Kemiringan diagram tegangan regangan dalam daerah elastis linier itulah yang dinamakan modulus elastisitas (Purnawirati et al., 2016).

$$EC = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

dengan:

EC = modulus elastisitas beton (MPa)

S₂ = tegangan sebesar 40% tegangan ultimitnya (MPa)

S₁ = tegangan beton pada saat regangan mencapai 0,00005 (MPa)

ε₂ = regangan yang terjadi pada saat tegangan mencapai S₂

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Alur Penelitian

Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart JSCE 2007 “Pedoman Pembuatan Campuran Beton SCC”. FAS berbeda dengan abu sekam padi yang sudah ditentukan. Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 30 x 15 cm berjumlah 18 buah. Berikut penjelasannya:

- Beton SCC tanpa campuran dengan FAS 0.35, 0.40, dan 0.45 waktu umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- Beton SCC dengan FAS 0.40 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 1.5% dari volume beton dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- Beton SCC dengan FAS 0.45 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 1.5% dari volume beton dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.

Pengujian Slump Flow

Pengujian slump flow pada penelitian ini merujuk pada EFNARC (European Guidelines for Self Compacting Concrete). Nilai slump flow yang ditetapkan adalah minimum 650 mm dan maksimum 850 mm.

Pengujian V Funnel Test

Pada penelitian ini dilakukan v funnel test dengan berlandaskan pada EFNARC (European Guidelines for Self Compacting Concrete). Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat v funnel test adalah 8 – 12 detik.

Pengujian L-Box Test

Pada penelitian ini dilakukan l - box test dengan berlandaskan pada EFNARC (European Guidelines for Self Compacting Concrete). Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat l - box test adalah minimum 0,8 cm dan maksimum 1,0 cm.

Perawatan Beton

Proses perawatan (curing) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Namun dalam penelitian ini benda uji diangkat pada hari ke-27 untuk memastikan beton tersebut benar-benar kering saat akan melakukan pengujian kuat tekan beton.

3. HASIL

Perhitungan Mix Design Beton Self-Compacting Concrete

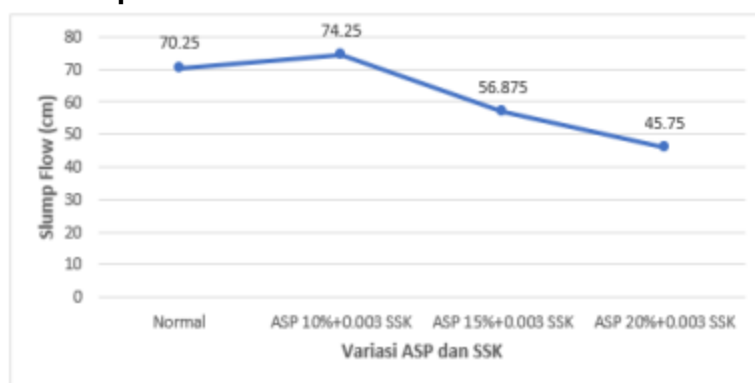
Tabel 1: Komposisi Campuran Beton Self-Compacting Concrete dalam 1 m³ dengan FAS 0.40

No	Deskripsi	Satuan	Beton Self-Compacting Concrete		
			10%+0.003	15%+0.003	20%+0.003
1	Semen	Kg	450	450	450
2	Agregat Kasar	Kg	592.61	592.61	592.1
3	Agregat Halus	Kg	998.1	998.1	998.1
4	Air	L	198	207	216
5	Admixture	L	4.164	4.353	4.542
6	ASP	Kg	45	67.5	90
7	SSK	Kg	1.485	1.553	1.62

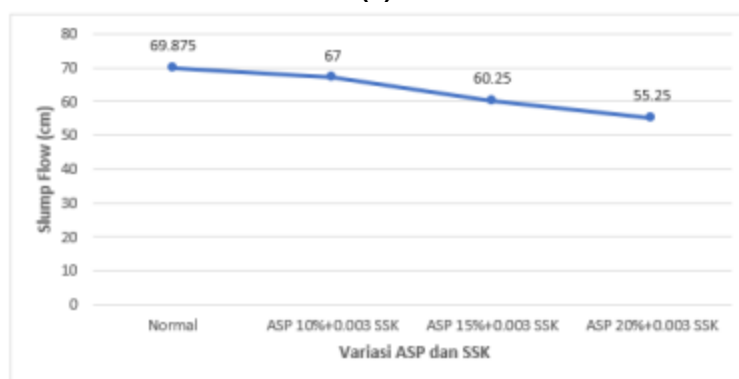
Tabel 2: Komposisi Campuran Beton Self-Compacting Concrete dalam 1 m3 dengan FAS 0.45

No	Deskripsi	Satuan	Beton <i>Self-Compacting Concrete</i>		
			10%+0.003	15%+0.003	20%+0.003
1	Semen	Kg	450	450	450
2	Agregat Kasar	Kg	592.61	592.61	592.1
3	Agregat Halus	Kg	998.1	998.1	998.1
4	Air	L	222.75	232.875	243
5	Admixture	L	4.164	4.353	4.542
6	ASP	Kg	45	67.5	90
7	SSK	Kg	1.485	1.553	1.62

Pemeriksaan Slump Flow



(a)



(b)

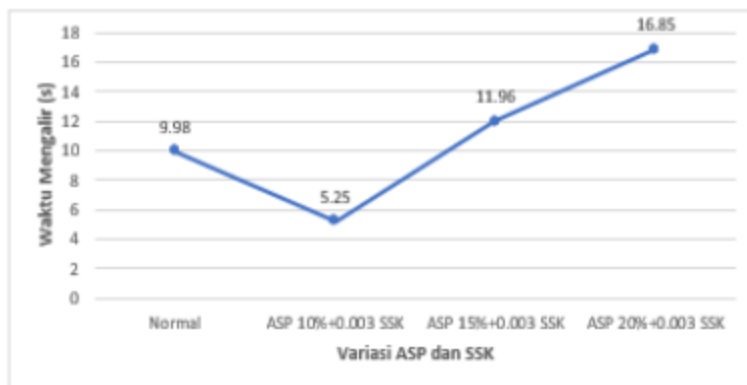
Gambar 1: (a) Grafik Slump Flow FAS 0.40; (b) Grafik Slump Flow FAS 0.45

Pada saat proses pengujian beton segar scc yang dilakukan adalah slump flow pada FAS 0.40 hanya beton normal dan beton ASP 10% + 0.003 SSK yang memenuhi syarat SCC yaitu dengan nilai 70.25 cm dan 74.25 cm, sedangkan pada FAS 0.45 yang memenuhi syarat SCC yaitu beton normal, beton ASP 10%+0.0003 SSK dan beton ASP 15%+0.0003 SSK dengan nilai 69.875, 67 cm dan 60.25 cm.

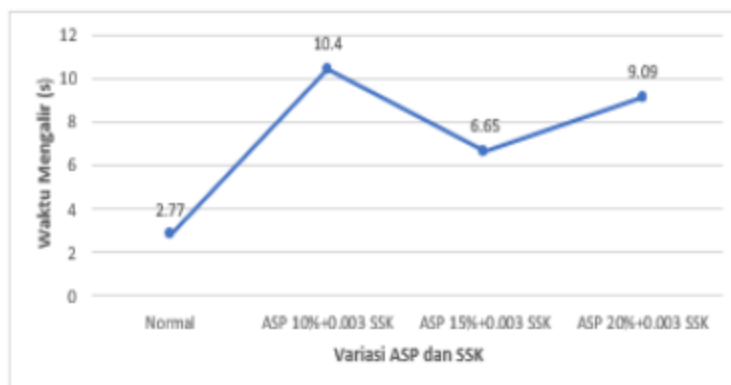
Semakin bertambah kadar abu sekam padi ke dalam campuran beton segar semakin kental. Hal ini ditunjukkan dengan nilai slump flow yang semakin kecil seperti pada Gambar 1. Sedangkan menurut (Ridhwan Muhammad Iqbal & Gati

Annisa Hayu, 2020), pada penggunaan abu sekam padi memiliki nilai slump dibawah beton normal. Hal ini disebabkan abu sekam padi memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi. Penurunan nilai slump yang terjadi juga ditunjukkan oleh beberapa peneliti sebelumnya, salah satunya Lubis (2004) bahwa jumlah air yang digunakan pada campuran beton tidak sepenuhnya digunakan untuk reaksi adukan beton, namun ada sebagian yang diserap oleh abu sekam padi.

Pemeriksaan V Funnel Test



(a)



(b)

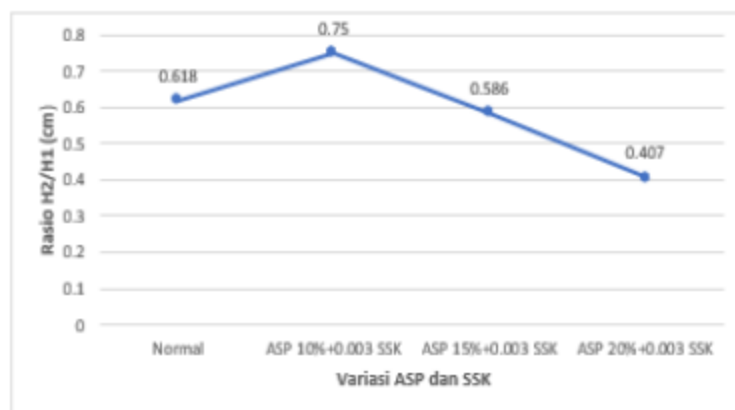
Gambar 2: (a) Grafik V Funnel FAS 0.40; (b) Grafik V Funnel FAS 0.45

Pada proses pengujian viskositas pada FAS 0.40 hanya variasi beton normal dan beton ASP 15%+0.003 SSK yang dapat mengalir dengan waktu 9.98 detik 11.96 detik yang memenuhi syarat SCC sedangkan pada FAS 0.45 semua variasi memenuhi syarat SCC kecuali beton normal, yaitu variasi ASP 10%+0.003 SSK dengan waktu 10.4 detik. ASP 15%+0.003 SSK dengan waktu 6.65 detik, dan ASP 20%+0.003 SSK dengan waktu 9.09 detik. Hal ini disebabkan karena adanya abu sekam padi dalam proporsi tersebut menyerap air lebih cepat dan dalam jumlah besar sehingga tidak tercapai kekentalan beton segar yang diinginkan.

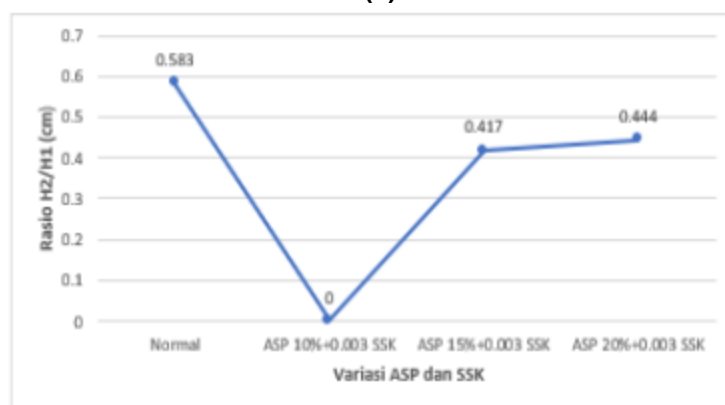
Sedangkan menurut (Nurtanto et al., 2021), berdasarkan hasil pengujian beton segar, beton segar dengan kandungan fly ash 10% dari berat semen memiliki tingkat kelecakan paling baik dibandingkan campuran beton segar lainnya. Selain itu, semakin besar kandungan abu sekam padi tingkat kelecakan beton segar semakin rendah serta campuran beton membutuhkan lebih banyak air sebab sifat abu sekam padi yang menyerap lebih banyak air.

4. PEMBAHASAN

Pengujian L Box Test



(a)

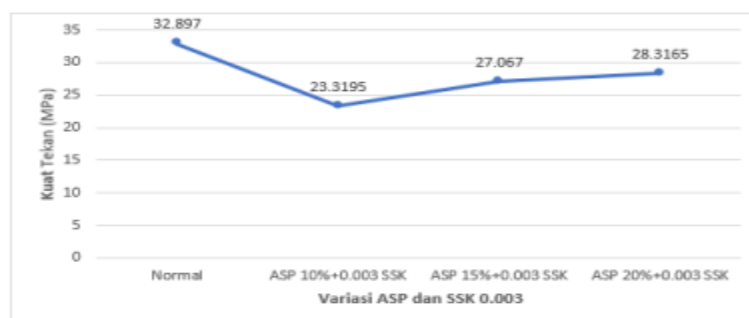


(b)

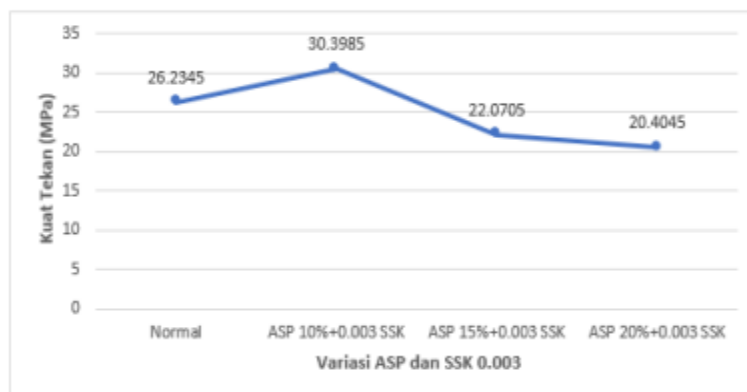
Gambar 3: (a) Grafik L Box FAS 0.40; (b) Grafik L Box FAS 0.45

Dari hasil seluruh pemeriksaan beton segar di atas tidak ada yang memenuhi syarat untuk beton SCC. Hal ini terjadi karena ASP dan serat sabut kelapa membuat adonan beton semakin kental dan mempengaruhi jumlah air sehingga mengalir menjadi terhambat. Menurut (Hermansah & Sihotang, 2019), blocking ratio yang tidak memenuhi kriteria SCC dikarenakan banyaknya beton sisa pada dinding L-box, setting time yang singkat, dan kurangnya kadar superplasticizer.

Pengujian Kuat Tekan



(a)

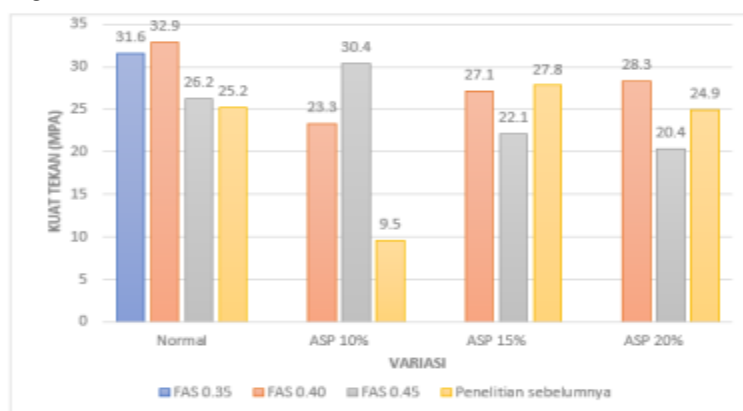


(b)

Gambar 4: (a) Grafik Kuat Tekan FAS 0.40; (b) Grafik Kuat Tekan FAS 0.45

Nilai kuat tekan beton maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.40 menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 32.897 MPa. Pada beton serat dengan FAS 0.40, nilai kuat tekan mengalami peningkatan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa dan pada beton serat dengan FAS 0.45, nilai kuat tekan mengalami penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun nilai kuat tekan maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal.

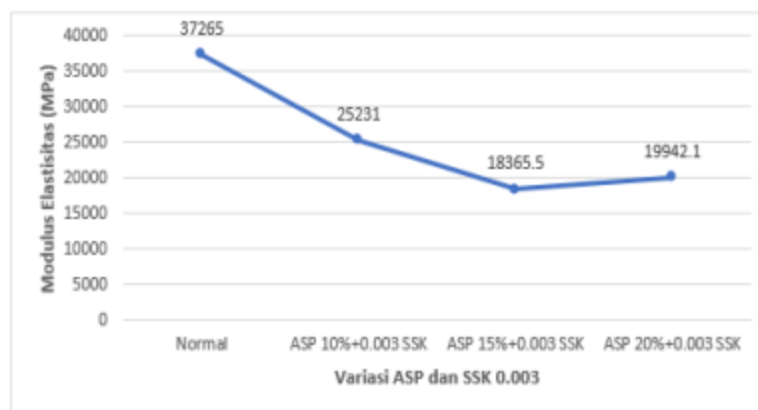
Hal ini terjadi karena ASP dapat mengisi rongga-rongga tetapi penambahan ASP yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai kuat tekan karena ASP menyerap air dengan cepat. Hal ini juga didukung oleh penelitian (Tata & Sultan, 2016), penambahan ASP mengakibatkan pasir dapat menahan pergeseran dan perpindahan yang menyebabkan keretakan akibat gaya tekan. Sedangkan pada penambahan ASP setelah batas optimum menghasilkan penurunan kuat tekan karena semakin banyak komposisi ASP pada beton akan mengakibatkan terjadinya penyerapan air yang sangat besar sehingga membuat campuran sulit untuk dipadatkan dan retak internal serta cacat akibat terjadinya segregasi pada beton. Sebagai perbandingan maka dibuat grafik hubungan kuat tekan dengan serat dari penelitian sebelumnya, dibawah ini adalah grafik hubungan kuat tekan rata-rata dengan serat:



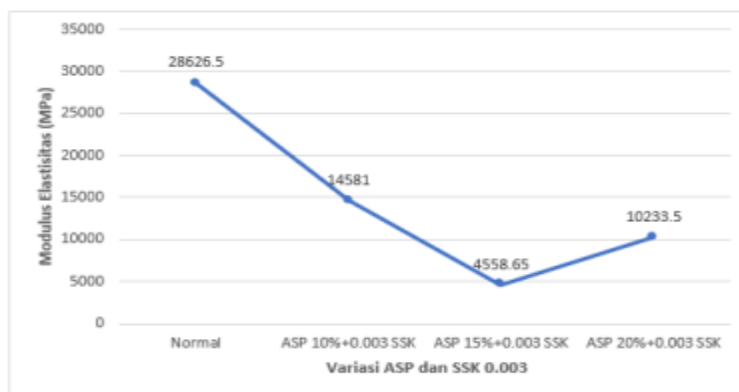
Gambar 5: Hubungan kuat tekan rata-rata dengan serat. sumber: (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014)

Dari perbandingan nilai kuat tekan diatas setiap penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa terjadi peningkatan dan penurunan nilai kuat tekan sama dengan penelitian sebelumnya, hal ini dikarenakan ASP yang mudah menyerap air.

Pengujian Modulus Elastisitas



(a)

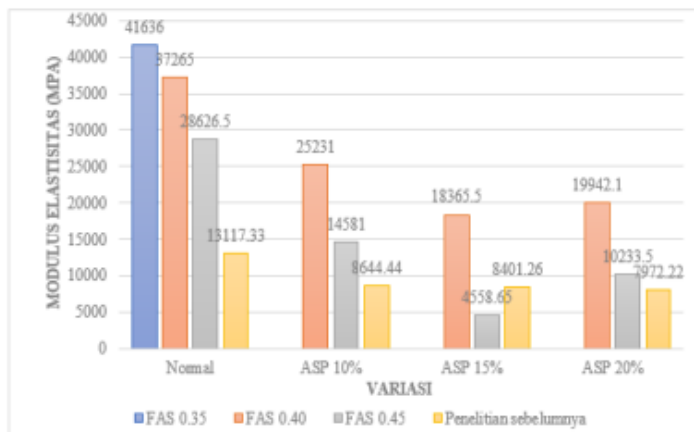


(b)

**Gambar 6: (a) Grafik Modulus Elastisitas FAS 0.40;
(b) Grafik Modulus Elastisitas FAS 0.45**

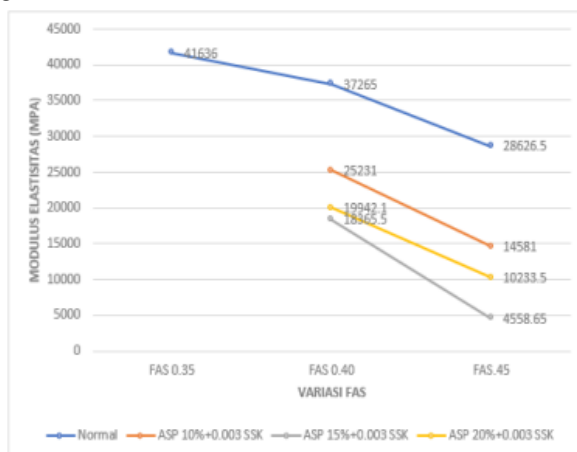
Nilai modulus elastisitas maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.35 menghasilkan nilai modulus elastisitas beton sebesar 41636 MPa. Pada beton serat dengan FAS 0.40 dan FAS 0.45, nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan dan penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun sama dengan nilai kuat tekan, nilai modulus elastisitas maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal.

Menurut (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014), nilai modulus elastisitas setiap variasi mengalami penurunan yang disebabkan akibat dari penambahan substitusi ASP, sehingga workabilitas campuran menjadi tidak maksimal akibat tidak seimbangnya penggunaan campuran. Penyebab lainnya juga dikarenakan ASP sangat menyerap air, akibatnya kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun. Sebagai perbandingan maka dibuat grafik hubungan modulus elastisitas dengan serat dari penelitian sebelumnya, dibawah ini adalah grafik hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan serat:



Gambar 7: Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan serat.
 sumber: (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014)

Dari perbandingan nilai modulus elastisitas diatas setiap penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa nilai modulus elastisitas mengalami penurunan berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang setiap penambahan abu sekam padi mengalami peningkatan, hal ini terjadi karena perbedaan FAS, yang akan dibahas pada gambar 8.



Gambar 8: Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan FAS

Dari gambar 8 setiap penambahan abu sekam padi dan FAS maka nilai modulus mengalami penurunan, hal ini membuktikan bahwa semakin banyak abu sekam padi dan jumlah air, maka semakin besar abu sekam padi menyerap air. Dan hal ini didukung oleh (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014), ASP sangat menyerap air, akibatnya kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada beton serat dengan FAS 0.40, nilai kuat tekan mengalami peningkatan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa dan pada beton serat dengan FAS 0.45, nilai kuat tekan mengalami penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun nilai kuat tekan maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton

- normal. Hal ini terjadi karena ASP dapat mengisi rongga-rongga tetapi penambahan ASP yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai kuat tekan karena ASP menyerap air dengan cepat.
2. Pada beton serat dengan FAS 0.40 dan FAS 0.45, nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan dan penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun sama dengan nilai kuat tekan, nilai modulus elastisitas maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal. Akibat dari penambahan substitusi ASP, sehingga workabilitas campuran menjadi tidak maksimal.
 3. Penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa dapat memberikan kontribusi yang kurang positif terhadap beton, dimana dengan serat tersebut dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas tetapi belum bisa melewati nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton normal. Nilai kuat tekan beton maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.40 yaitu sebesar 32.897 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas maksimum terjadi pada beton normal dengan FAS 0.35 yaitu sebesar 41636 MPa.

REFERENSI

- Ali, N., Sobri, M. H. A. M., Hadipramana, J., Samad, A. A. A., & Mohamad, N. (2017). Potential Mixture of POFA and SCBA as Cement Replacement in Concrete—A Review. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 103, p. 01006). EDP Sciences.
- Adiyanto, M. I., Faisal, A., & Majid, T. A. (2011). Nonlinear behaviour of reinforced concrete building under repeated earthquake excitation. In *International Conference on Computer and Software Modeling, IPCSIT* (Vol. 14).
- Akhir, T., Serat, P., Kosong, T., Penguat, S., Campuran, P., Dengan, B., Beton, T. B., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (StudiPenelitian).
- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisis Pushover. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Efrida, R. (2010). Analisis Struktur dengan Metode Kekakuan yang Dimodifikasi Untuk Gedung Beton Bertulang Berlantai Banyak Pada Stadium Retak (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).
- Efrida, R., & Utami, C. (2019). EVALUASI KINERJA DINDING PENGISI BATA MERAH DENGAN OPENINGS PADA STRUKTUR BETON BERTULANG AKIBAT BEBAN GEMPA KUAT. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 24-29.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Faisal, A., Majid, T. A., & Hatzigeorgiou, G. D. (2013). Investigation of story ductility demands of inelastic concrete frames subjected to repeated earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 44, 42-53.
- Faisal, A. (2019). Studi parametrik kinerja dinding pengisi bata merah pada struktur beton bertulang akibat beban gempa. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 9(2).
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.

- Frapanti, S. (2018). Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover. *Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*
- Hadipramana, J., & Syahputra, J. (2021). PERBANDINGAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PLAIN WALL BETON RINGAN ANTARA CAMPURAN STYROFOAM DENGAN LAPISAN COATING DAN ABU SEKAM PADI DENGAN FLY ASH. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Hadipramana, J., Riza, F. V., Rahman, I. A., Loon, L. Y., Adnan, S. H., & Zaidi, A. M. A. (2016, November). Pozzolanic characterization of waste Rice husk ash (RHA) from Muar, Malaysia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012066). IOP Publishing.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Ahmad Mujahid, A. Z., Mohammad, N., & Riza, F. V. (2013). Effect of uncontrolled burning rice husk ash in foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 769-775). Trans Tech Publications Ltd.
- Hadipramana, J., Mokhatar, S. N., Samad, A. A. A., & Hakim, N. F. A. (2016, November). An exploratory compressive strength of concrete containing modified artificial Polyethylene aggregate (MAPEA). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012065). IOP Publishing.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Zaidi, A. M. A., Mohammad, N., & Ali, N. (2013). Contribution of polypropylene fibre in improving strength of foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 762-768). Trans Tech Publications Ltd
- Harahap, M., Siregar, G., & Riza, F. V. (2021). Mapping The Potential Of Village Agricultural Social Economic Improvement Efforts In Lubuk Kertang Village Kecamatan Berandan Barat Kabupaten Langkat. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 4(1), 8-14.
- Husen, H., Majid, T. A., Nazri, F. M., Arshad, M. R., & Faisal, A. (2008, June). Development of design response spectra based on various attenuation relationships at specific location. In *International Conference on Construction and Building Technology (ICCBT08)* (Vol. 138).
- Jamaludin, S. B., Hadipramana, J., Wahid, M. F. M., Hussin, K., & Rahmat, A. (2013). Microstructure and interface analysis of glass particulate reinforced aluminum matrix composite. In *Advanced Materials Research* (Vol. 795, pp. 578-581). Trans Tech Publications Ltd.
- Majid, T. A., Wan, H. W., Zaini, S. S., Faisal, A., & Wong, Z. M. (2010). The effect of ground motion on non-linear performance of asymmetrical reinforced concrete frames. *Disaster Advances*, 3(4), 35-39.
- Mokhatar, S. N., Mustafa, M. M., Rouwab, S. S., & Hadipramana, J. (2017). Performance of Reinforced Concrete Beam with Differently Positioned Replacement Zones of Block Infill under Low Impact Loads. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 103, p. 02003). EDP Sciences.
- Mokhatar, S. N., Hadipramana, J., Isa, S. N. M., & Mustafa, M. M. (2016). The potential of artificial polyethylene coarse aggregate (APECA) on compressive strength of concrete after exposed by temperatures. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 47, p. 01005). EDP Sciences.
- Mohamad, N., Zulaika, M. S., Samad, A. A. A., Goh, W. I., Hadipramana, J., & Wirdawati, A. (2016). Fresh State and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete Incorporating High Volume Fly Ash. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 47, p. 01001). EDP Sciences.
- Nopiyanti, D., Septiandini, E., & Rosmawita, S. (1989). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Pada Pembuatan Bata Beton Dalam Kaitannya Dengan Kuat Tekan Sni 03-0349-1989. 94-102
- Pane, Y. Desi Sri Pasca Sari Sembiring, Suhelmi Suhelmi (2021), Pemanfaatan Limbah Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Perancangan Mutu Beton Normal, AFoSJ-LAS: Journal All Field of Science J-LAS, 1 (2), 7-13.

- Pane, Y., Sembiring, D. S. P. S., & Suhelmi, S. (2021). PEMANFAATAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DALAM PERANCANGAN MUTU BETON NORMAL. *AFoSJ-LAS (All Fields of Science J-LAS)*, 1(1), 07-13.
- Pramana, J. H., Samad, A. A., Zaidi, A. M. A., & Riza, F. V. (2010). Preliminary study on lightweight concrete under ballistic loading. *European Journal of Scientific Research*, 44(2), 285-299.
- Putera, T. A., & Pratama, A. D. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN TEBAL PADA BASE PLATE DENGAN DAN TANPA PENGAKU (STIFFNERS) TERHADAP MOMEN-ROTASI. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., Mondoringin, M., Teknik, F., Sipil, J., Sam, U., Manado, R., &Belakang, L. (2016).PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT TARIK LENTUR BETON RINGAN BERAGREGAT KASAR (BATU APUNG) DAN. 4(3)
- Regar, R. G., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., Teknik, F., Sipil, J. T., Sam, U., &Manado,R.(2014).Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi ukuran dimensi benda uji.2(5), 269–276.
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Samad, A. A. A., Hadipramana, J., Mohamad, N., Ali, A. Z. M., Ali, N., Inn, G. W., & Tee, K. F. (2018). Development of green concrete from agricultural and construction waste. In *Transition Towards 100% Renewable Energy* (pp. 399-410). Springer, Cham.
- Siregar, Z. (2020). Kajian Penataan Jalur Pedestarian Jalan Kapten Mukhtar Basri Medan Sebagai Akses Utama Kampus UMSU. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 46-55.
- Tahara, R. M. K., Majid, T. A., Zaini, S. S., & Faisal, A. (2017, October). Effect of repeated earthquake on inelastic moment resisting concrete frame. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1892, No. 1, p. 020019). AIP Publishing LLC.
- Taib, A., Zahid, M. Z. A. M., Faisal, A., & Wan Ahmad, S. (2014). Axial load variations of irregular RC frames with setback under vertical earthquakes. *Journal of Civil Engineering Research*, 4(3A), 138-144.
- Tarigan, A. P. M., & Nurzanah, W. (2016). The Shoreline Retreat and Spatial Analysis over the Coastal Water of Belawan. *INSIST*, 1(1), 65-69.
- Wahyuni, A. S., Dlucef, A., & Supriani, F. (2013). Pengaruh penambahan serat bambu dan penggantian 10% agregat halus dengan abu sekam padi dan abu cangkang lokan terhadap kuat tarik beton 1,3). *Jurnal Inersia*, 5(2), 33– 39.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK PENELITIAN RISET TERAPAN/MATERIAL MAJU (PPT) TAHUN ANGGARAN 2017. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.