



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 6th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciastech 2023 : <https://ciastech.net>

Open Confrence Systems : <https://ocs.ciastech.net>

Proceeding homepage : <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/issue/view/236>

ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN NILAI MODULUS ELASTISITAS ANTARA RUMUS EMPIRIS SNI, ACI DAN ASTM PADA BETON ABU VULKANIK DAN SIKA DENGAN PENAMBAHAN SERAT SEDOTAN

Abdul Halim^{1*)}, M. Cakrawala²⁾

^{1,2)} Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 3 Desember 2023
Direvisi, 5 Desember 2023
Diterima, 12 Desember 2023

Email Korespondensi :

halim@widyagama.ac.id

ABSTRAK

Modulus Elastisitas adalah merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan, pada beton nilai modulus elastis yang berguna untuk mengetahui berapa besar rasio obyek mengalami perubahan ketika dikenai tekanan dan regangan. Untuk perencanaan atau perhitungan struktur beton nilai modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan rumus empiris SNI T-15-1991-03 atau ACI 363-92 yang mana hanya memberikan nilai modulus elastisitas untuk beton normal dan belum ada untuk beton prategang, beton polimer, beton mortar, beton *flyash*, beton serat dan beton dengan bahan tambahan seperti abu vulkanik serta zat additive. Penelitian ini sangat penting karena mencari nilai modulus elastisitas beton abu vulkanik dan sika dan ditambah serat sedotan dengan berbagai variasi penambahan 2 kg/m³, 2,5 kg/m³, 3 kg/m³ dan 3,5 kg/m³ dan dihitung dengan menggunakan rumus ASTM C 469-02 yang berdasarkan perbandingan nilai tegangan dan regangan dan dibandingkan dengan rumus empiris dari metode SNI dan ACI. Dari hasil penelitian didapat nilai modulus elastisitas pada beton dengan tambahan abu vulkanik, sika dan serat sedotan berdasarkan metode ASTM rata-rata lebih besar sekitar 39,5 % dibandingkan dengan rumus empiris SNI dan ACI. Adanya penambahan serat sedotan pada metode ASTM nilai modulus terus bertambah besar dan lebih besar antara 11,79 – 43,17 % dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas beton normal dan juga setiap penambahan 0,5 kg serat sedotan terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas sebesar 5,25 %. Sedangkan pada rumus empiris SNI dan ACI penambahan serat sedotan nilai modulus elastisitasnya mengalami penurunan, walaupun pada penambahan serat sedotan 2 kg, 2,5 kg dan 3 kg nilainya lebih besar dibandingkan modulus elastisitas beton normal.

Kata Kunci : Modulus elastisitas, abu vulkanik, sika , serat sedotan

1. PENDAHULUAN

Kelebihan beton sebagai struktur adalah mampu menahan gaya tekan, tahan terhadap cuaca dan api, dan mudah dibuat. Tetapi beton juga mempunyai kekurangan yaitu getas yang menjadikan beton lemah terhadap gaya tarik. Menurut [1], pemberian bahan tambah pada campuran beton dengan tujuan untuk merubah sifat-sifat pasta semen atau beton sehingga kekuatan beton dapat meningkat. Salah satu bahan tambah adalah dengan memberikan serat secara merata pada adukan beton, gunanya untuk meningkatkan kemampuan beton dalam menahan gaya tarik dan meminimalkan terjadinya retak-retak serta meningkatkan keuletan, ketahanan kejut, kuat lentur dan kuat lelah. Menurut [2] bahwa bahan tambahan serat dapat memperbaiki kinerja komposit beton dengan kualitas yang lebih bagus. Serat yang dipergunakan pada beton berserat terdiri dari serat baja atau fiber, serat sintetis seperti plastik, dan serat alami seperti ijuk, sabut kelapa dan serat bambu. Penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan 0,4 % dan 0,6 % limbah serat plastik PET dan resin terhadap kuat lentur pada beton normal. Hasilnya didapat kenaikan kuat lentur beton berserat limbah plastik, yaitu penambahan serat plastik sebanyak 0,4% mengalami peningkatan kuat lentur sebesar 10,85% sedangkan dengan penambahan 0,6% mengalami peningkatan sebesar 30,54% terhadap kuat lentur beton normal [3]. Penelitian lain diketahui ada pengaruh penambahan serat polymeric sebanyak 2% dan 4 % terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Didapat hasil pada pengujian kuat tekan, beton tanpa penambahan serat (0 %) sebesar 28,37 MPa, penambahan serat 2 % kuat tekan beton naik menjadi 29,06 MPa dan penambahan serat 4 % naik menjadi 29,97 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat lentur beton dengan serat sebanyak 0 %, 2 % dan 4 % didapat hasil masing-masing sebesar 2,28 MPa, 3,55 MPa dan 3,89 MPa. Dari hasil persamaan regresi didapat penambahan serat Polimeric yang optimum adalah sebesar 2,8% dengan kuat beton maksimum sebesar 29,45 MPa dan kuat lentur beton maksimum sebesar 3,73 MPa [4].

Penambahan abu vulkanik Gunung Semeru sebesar 15% adalah campuran yang menghasilkan terbaik karena dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 66% dan modulus elastisitas sebesar 26% dibanding dengan beton tanpa tambahan abu vulkanik Gunung Semeru [5]. Pemberian bahan tambah pada campuran beton yang telah dilakukan oleh [6], yaitu Penambahan Zat Admixture Sika dan Abu Vulkanik Gunung Semeru Terhadap Beton Segar Dan Beton Keras berpengaruh sangat nyata dengan menggunakan ANOVA dapat diketahui nilai F hitung sebesar 106,5634 lebih besar dari F tabel 3,190727. Pada penelitian yang terdahulu penelitian beton berserat dilakukan penambahan serat pada campuran beton normal yaitu campuran beton dengan komposisi semen, pasir dan kerikil tanpa ada bahan tambahan. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan adalah penambahan serat plastik dari limbah sedotan pada campuran beton yang diberi bahan tambah abu vulkanik dan sika yang proporsinya sama dengan proporsi penelitian dari Konten. Rancangan penelitian yang direncanakan adalah penambahan serat sedotan dengan variasi 2 kg/m³, 2,5 kg/m³, 3 kg/m³ dan 3,5 kg/m³ pada campuran beton dengan komposisi campuran beton 1 Semen + 2 Pasir + 3 kerikil + 15 % abu vulkanik dan 3 % sika. Benda uji yang dibuat akan diuji kuat tekan dan modulus elastisitas pada umur 28 hari, setelah didapat nilai modulus elastisitas lalu dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas yang dihitung dengan persamaan SNI dan ACI.

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapa nilai modulus elastisitas dengan adanya penambahan serat sedotan pada beton abu vulkanik dan sika, berapa nilai modulus elastisitas dengan menggunakan rumus SNI dan ACI sebagai fungsi dari nilai kuat tekan dan volume pada beton abu vulkanik dan sika, bagaimana hasil perbandingan nilai modulus elastisitas eksperimen dengan

hasil perhitungan memakai rumus SNI dan ACI. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai modulus elastisitas akibat adanya penambahan serat sedotan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kuat Tekan Beton [7]

Beton merupakan bahan konstruksi yang mampu menahan gaya tekan dan lemah terhadap gaya tarik. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya desak persatu satuan luas penampang yang tegak lurus terhadap arah gaya desak.

$$f_c = P/A \quad (1)$$

dimana :

f_c = Kuat tekan [kg/cm²]

P = Beban runtuh yang dapat diterima oleh benda uji [kg]

A = Luas bidang tekan [cm²]

2.2 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah rasio dari tegangan normal atau aksial tekan atau tarik terhadap regangan. Nilai Modulus elastisitas beton tergantung dari komposisi dan sifat-sifat agregat dan semen, serta ada atau tidak bahan tambahan sebagai perlakuan dalam pembuatan beton tersebut. Nilai modulus elastisitas didapat dari hasil pengujian tekan silinder beton 15/30, yang dapat dihitung berdasarkan rumus empiris SNI T-2847-2013 dan ACI-363-92 [8] ataupun dihitung berdasarkan data hasil penelitian antara tegangan dan regangan sebagaimana ketentuan ASTM C 469-02 [8]. Rumus empiris berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 :

Untuk beton normal :

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \quad (2)$$

Apabila berat beton yang nilainya antara 1500 - 2500 kg/m³ dipertimbangkan sebagai penentu nilai modulus elastisitas, maka rumusnya menjadi :

$$E_c = (W_c)^{1.5} \cdot 0.043\sqrt{f_c'} \quad (3)$$

Rumus empiris berdasarkan ACI 363-92

$$E_c = 3320 \cdot \sqrt{f_c'} + 6900 \quad (4)$$

f_c' = kuat tekan (MPa)

W_c = berat isi (volume) beton (kg/m³)

Berdasarkan data pengujian tegangan dan regangan menurut ASTM C 469-02, modulus elastisitas dapat dicari dengan rumus.

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1} \quad (5)$$

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{\Delta L}{L} \quad (6)$$

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{P}{A} \quad (7)$$

Keterangan

E_c = Modulus Elastisitas

σ_2 = Tegangan pada saat 40% dari tegangan, 0,4. f_c' (MPa)

σ_1 = Tegangan pada saat regangan 0.00005 (MPa)

ε_1 = Regangan longitudinal ditetapkan sebesar 0.00005 MPa

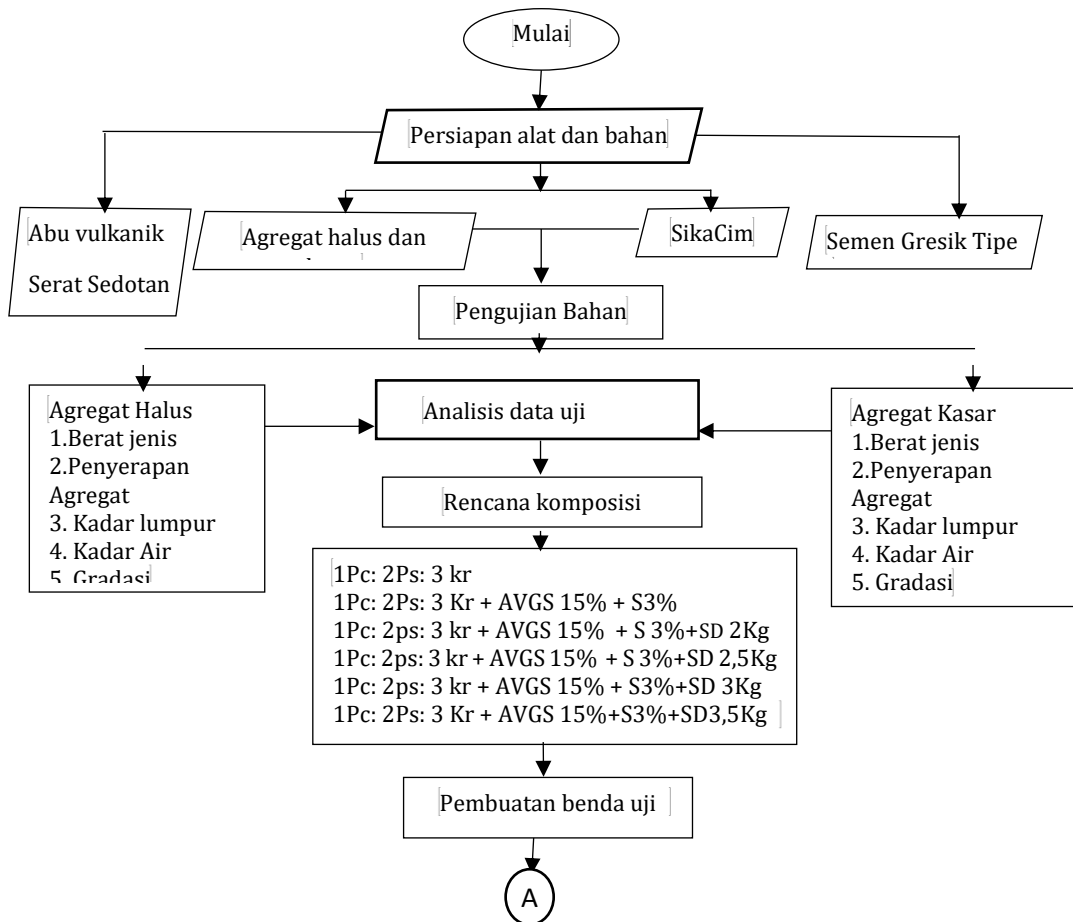
ε_2 = Regangan longitudinal akibat tegangan sebesar S_2

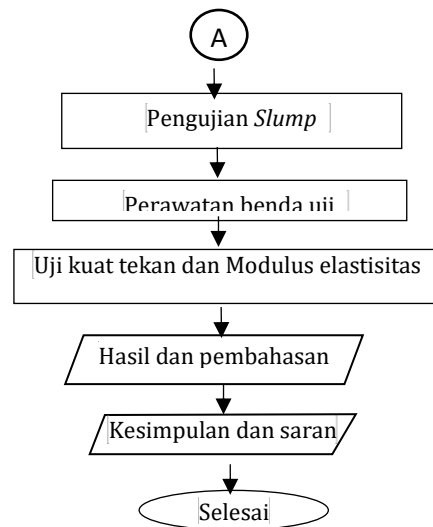
Pada penelitian ini adalah dengan memberikan perlakuan penambahan serat sedotan dengan variasi variasi 0 kg/m³, 2 kg/m³, 2,5 kg/m³, 3 kg/m³ dan 3,5 kg/m³ pada campuran beton dengan komposisi campuran beton 1 Semen + 2 Pasir + 3 kerikil + 15 % abu vulkanik dan 3 % sika. Akan dilihat pengaruh penambahan serat sedotan terhadap nilai modulus elastisitas dan perbandingan nilai modulus elastisitas hasil eksperimen dengan hasil dari perhitungan menggunakan persamaan SNI.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Kode	Komposisi						Jumlah benda uji	
	Semen	Pasir	Kerikil	Abu Vulkanik	Sika	Sedotan	kuat tekan	Modulus elastisitas
BN	1	2	3	0	0	0	5	5
BS2	1	2	3	15%	3%	2 kg	5	5
BS2,5	1	2	3	15%	3%	2,5 kg	5	5
BS3	1	2	3	15%	3%	3 kg	5	5
BS3,5	1	2	3	15%	3%	3,5 kg	5	5

Sumber: Hasil rancangan penelitian 2023





Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Benda uji dibuat dengan komposisi 1 Semen : 2 Pasir : 3 Kerikil dan ditambah 15% abu vulkanik dan 3 % sika terhadap berat semen dan ditambah serat sedotan sesuai variasi yang ditentukan yaitu 2 kg, 2,5 kg, 3 kg dan 3,5 kg untuk pembuatan 1m³ beton.



Gambar 2. Bahan tambah beton a) Abu vulkanik b) Sika dan c) Serat sedotan

Hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar dengan pengujian Kadar air, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan dan Modulus halus seperti pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus dan kasar

Nama Pengujian	Hasil Pengujian		Keterangan
	Agregat Halus	Agregat Kasar	
Kadar Air	3,36	0,57	Memenuhi syarat
Kadar Lumpur	1,57	0,57	Memenuhi syarat
Berat Jenis	2,53	2,56	Memenuhi syarat
Penyerapan (%)	2,57	0,91	Memenuhi syarat
Modulus Halus (FM)	2,35	1,63	Memenuhi syarat

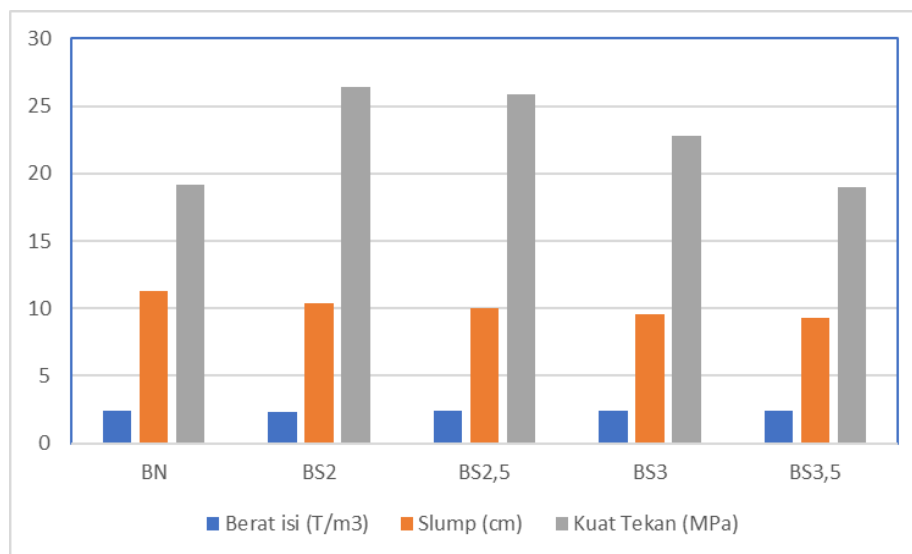
Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengujian pada beton segar dan beton keras [9], didapat bahwa nilai *slump* [10] sudah memenuhi batasan yang digunakan oleh PUPR yaitu antara 8 – 12 cm, sedangkan apabila mengacu batasan dari SNI yang nilai antara 2,5 – 10 maka beton normal (BN) dan beton abu vulkanik sika dengan tambah serat sedotan 0 kg (BS0) dan 2 kg (BS2) tidak memenuhi batasan dari SNI.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat, Volume, *Slump* dan kuat tekan beton

Kode Beton	Berat (kg)	Volume (m ³)	Slump (cm)	Kuat Tekan (MPa)
BN	12.42	0.0052	11,3	19.19
BS2	12.472	0.0053	10,4	26.38
BS2,5	12.512	0.0053	10	25.87
BS3	12.54	0.0053	9,6	22.82
BS3,5	12.6	0.0053	9,3	18.97

Dari hasil pengujian berat beton dan nilai *slump* beton segar seperti ditunjukkan pada tabel 3, didapat dengan adanya penambahan serat sedotan akan menjadikan berat beton bertambah. Sedangkan untuk nilai *slump* menjadi lebih kecil dengan adanya penambahan serat sedotan akibatnya beton segar akan menjadi lebih kental. Nilai *slump* menjadi lebih kecil diindikasikan karena adanya ikatan-ikatan dari serat sedotan sehingga menghambat kejatuhan beton segar.



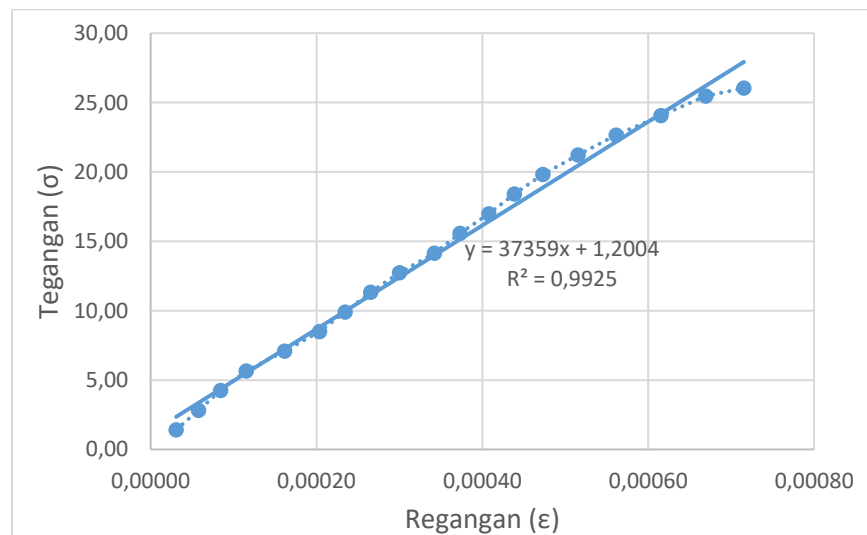
Gambar 3. Hubungan berat isi, *slump* dan kuat tekan terhadap penambahan serat sedotan

Penambahan serat sedotan akan mengakibatkan berat isi beton bertambah walaupun penambahan sangat kecil. Penambahan serat sedotan sebanyak 2 kg (BS2) kuat tekannya naik 37,5 % dibandingkan beton normal, sedangkan untuk penambahan 2,5 kg serat sedotan (BS2,5) kuat tekan naik 34,8 %, penambahan 3 kg serat sedotan naik 18,9 % dan pada penambahan serat sedotan sebanyak 3,5 kg (BS3,5) kuat tekan berada 1,18 % dibawah kuat tekan beton normal. Penambahan serat sedotan akan menambah kuat tekan beton, tetapi semakin banyak serat sedotan yang diberikan maka kuat tekan beton akan menjadi menurun. Berdasarkan data kuat tekan didapat persamaan regresi hubungan kuat tekan dengan penambahan serat yaitu $f_c = -0.8351.S^2 + 3.3149.S + 23.182$.

Dengan memakai persamaan regresi didapat kuat tekan maksimum pada penambahan serat sedotan sebanyak 1,98 kg dengan kuat tekan sebesar 26,47 MPa, untuk penambahan 0,5 kg didapat kuat tekan 24,63 MPa, penambahan 1 kg didapat kuat tekan 25,66 MPa dan penambahan 1,5 kg didapat kuat tekan 26,27 MPa. Sedangkan kuat tekan beton abu vulkanik dan sika tanpa adanya penambahan serat sedotan atau 0 kg (BS0) didapat kuat tekan sebesar 23,182 MPa atau 20,78 % lebih tinggi dibandingkan beton normal. Dari hasil pengujian modulus elastisitas di laboratorium didapat nilai regangan dan tegangan dari pembacaan kuat tekan kelipatan 25 MPa ditunjukkan pada tabel 4. Lalu dibuat grafik hubungan tegangan dan regangan seperti pada gambar 4 dan dicari persamaan liniernya.

Tabel 4. Hasil pengujian dan perhitungan regangan dan tegangan pada penambahan serat sedotan 2 kg

Kode Benda Uji BS2				
Gaya Tekan (KN)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Regangan (ϵ)	Tegangan (σ)
25	8	0.008	0.00003	1.42
50	15	0.015	0.00006	2.83
75	22	0.022	0.00008	4.25
100	30	0.030	0.00012	5.66
125	42	0.042	0.00016	7.08
150	53	0.053	0.00020	8.49
175	61	0.061	0.00023	9.91
200	69	0.069	0.00027	11.32
225	78	0.078	0.00030	12.74
250	89	0.089	0.00034	14.15
275	97	0.097	0.00037	15.57
300	106	0.106	0.00041	16.99
325	114	0.114	0.00044	18.40
350	123	0.123	0.00047	19.82
375	134	0.134	0.00052	21.23
400	146	0.146	0.00056	22.65
425	160	0.160	0.00062	24.06
450	174	0.174	0.00067	25.48
460	186	0.186	0.00072	26.04



Gambar 4. Hubungan regangan dan tegangan pada beton berserat sedotan 2 kg (BS2)

Berdasarkan persamaan linier hubungan regangan dan tegangan yaitu $\sigma = 37359.\varepsilon + 1.2004$

Dicari nilai-nilai tegangan dan regangan sesuai ketentuan ASTM C 469-02

Untuk $\varepsilon_1 = 0.00005$ didapat $\sigma_1 = 37359.(0.00005) + 1.2004 = 3.06799$

Untuk $\sigma_2 = 0.4.f_c' = 0.4 \times 26.04 = 10.416$

$$\varepsilon_2 = \frac{10.416 - 1.2004}{37359} = 0.000247$$

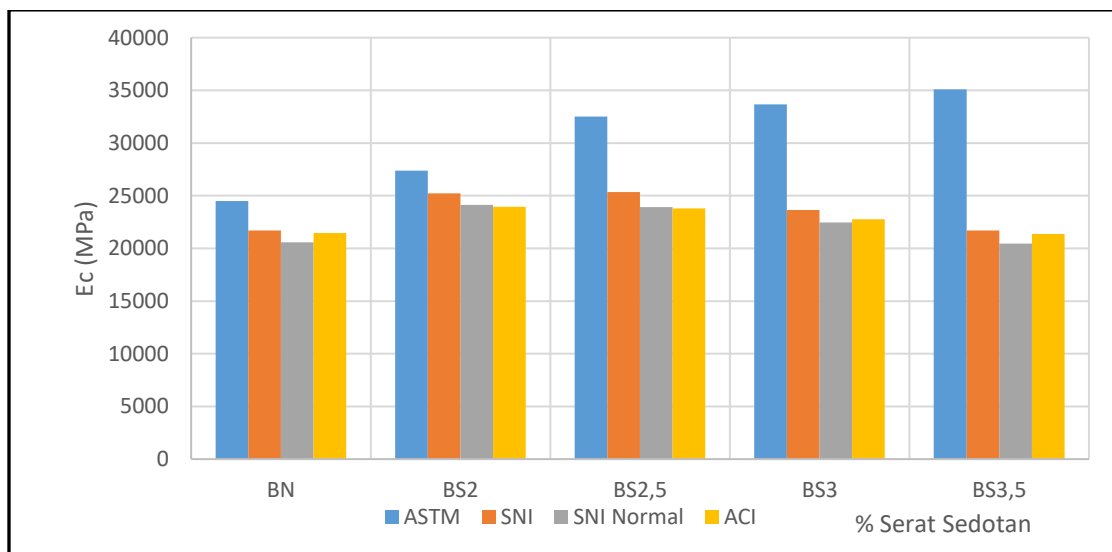
Didapat nilai modulus elastisitas, yaitu :

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} = \frac{10.416 - 3.06799}{0.000247 - 0.00005} = 37360.830 \text{ MPa}$$

Untuk perhitungan modulus elastisitas dengan menggunakan rumus empiris SNI dan ACI, serta perhitungan dengan menggunakan metode ASTM untuk perlakuan serat sedotan lainnya dapat dilihat pada tabel 5. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus empiris, didapat nilai dari metode SNI dan ACI hampir mendekati sama, dengan perbedaan perhitungan antara metode SNI dengan SNI normal, SNI dengan ACI dan SNI normal dengan ACI sekitar 0,5 – 5,74 %. Berdasarkan metode SNI, penambahan serat sedotan 2 kg (BS2) modulus elastisitasnya lebih besar 16,73 % dibandingkan beton normal (BN), penambahan serat 2,5 kg (BS2,5) lebih besar 16,46 %, penambahan serat 3 kg (BS3) lebih besar 9 % sedangkan untuk penambahan serat 3,5 kg (BS3,5) modulusnya lebih kecil 0,27 % dibandingkan beton normal. Berdasarkan metode ACI, penambahan serat sedotan 2 kg (BS2) modulus elastisitasnya lebih besar 11,7 % dibandingkan beton normal (BN), penambahan serat 2,5 kg (BS2,5) lebih besar 10,92 %, penambahan serat 3 kg (BS3) lebih besar 6,13 % sedangkan untuk penambahan serat 3,5 kg (BS3,5) modulusnya lebih kecil 0,4 % dibandingkan beton normal.

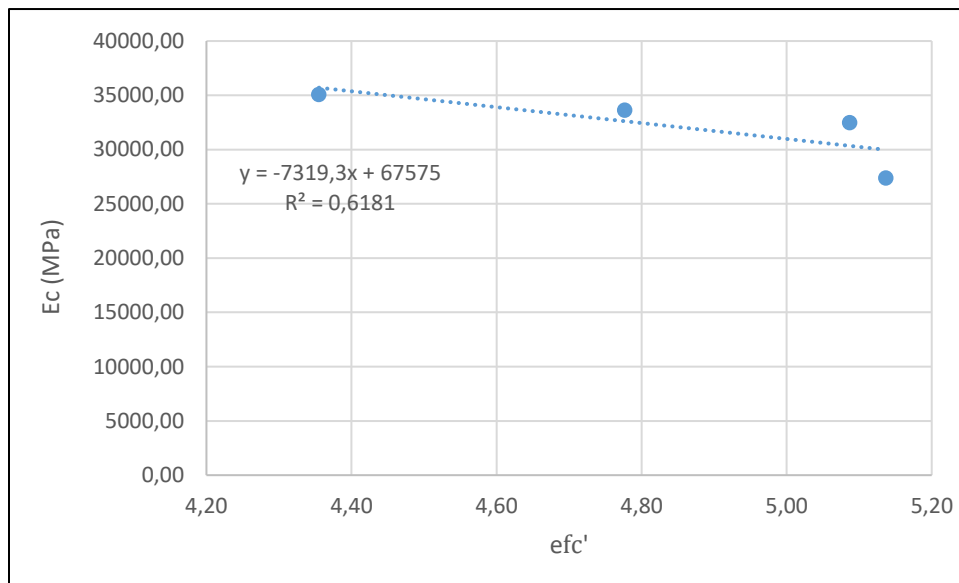
Tabel 5. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas dengan Metode SNI, ACI dan ASTM

Kode Beton	Modulus Elastisitas (MPa)				
	SNI T-2847-2013			ACI-363-92	ASTM
	$W_c^{1.5} \times 0,043$	f_c'	4700	f_c'	$\frac{e_2 - e_1}{e_2 - e_1}$
BN	21702.60		20590.72	21444.94	24503.00
BS2	25221.99		24141.53	23953.16	27392.00
BS2,5	25350.58		23907.26	23787.68	32506.00
BS3	23647.27		22450.41	22758.59	33657.00
BS3,5	21715.03		20468.88	21358.87	35080.00



Gambar 5. Hubungan Modulus Elastisitas dengan Penambahan Serat sedotan pada metode SNI, ACI dan ASTM

Dari hasil perhitungan dengan metode ASTM seperti pada tabel 5 dan gambar 5, adanya penambahan serat sedotan didapat nilai modulus elastisitas semakin meningkat atau bertambah. Untuk penambahan serat sedotan 2 kg (BS2) modulus elastisitasnya lebih besar 11,79 % dibandingkan beton normal (BN), penambahan serat 2,5 kg (BS2,5) lebih besar 32.66 %, penambahan serat 3 kg (BS3) lebih besar 37.36 % dan penambahan serat 3,5 kg (BS3,5) modulusnya tetap lebih besar 43.17 % dibandingkan beton normal. Setiap kenaikan 0,5 kg serat sedotan didapat kenaikan modulus elastisitas sebesar 5,25 % terhadap beton normal. Berbeda dengan hasil perhitungan dengan metode SNI dan ACI, pada penambahan serat sedotan berkisar 2,5 kg sudah terjadi penurunan nilai modulus elastisitas.



Gambar 6. Hubungan antara modulus elastisitas dengan akar kuat tekan pada metode ASTM

Apabila dibuat persamaan regresi antara nilai kuat tekan dan akar dari kuat tekan pada metode ASTM maka didapat persamaan untuk menghitung modulus elastisitas pada beton dengan tambahan abu vulkanik, sika dan serat sedotan adalah sebagai berikut :

$$E_c = -7319.3 \sqrt{f_{c'}} + 67575 \quad (7)$$

Persamaan menghitung modulus elastisitas pada rumus empiris SNI dan ACI digunakan pada beton normal tanpa adanya bahan tambahan dan merupakan fungsi kuat tekan semata, sedangkan hasil perhitungan modulus elastisitas dengan metode ASTM berdasarkan dengan kondisi beton yang diuji sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Sehingga pada metode ASTM yang digunakan pada beton dengan tambahan serat sangat dimungkinkan nilai modulusnya akan bertambah seiring dengan penambahan serat, karena nilai modulus elastisitas merupakan tangen dari persamaan linier hubungan tegangan dan regangan. Pada penelitian ini nilai tegangan dihitung berdasarkan kenaikan kuat tekan setiap 25 MPa dan kenaikannya konstan sedangkan regangan berdasarkan perubahan dimensi akibat tekanan yang dinaikkan setiap 25 MPa. Adanya penambahan serat akan membuat nilai regangan menjadi mengecil sehingga nilai modulusnya akan menjadi bertambah besar.

4. KESIMPULAN

Nilai modulus elastisitas pada beton dengan tambahan abu vulkanik, sika dan sedotan dengan menggunakan metode ASTM yang berdasarkan nilai tegangan dan regangan didapat Modulus elastisitasnya lebih besar dibandingkan nilai modulus beton normal. Penambahan serat sedotan sebesar 2 kg didapat nilai modulus elastisitas sebesar 27392 MPa, penambahan serat sedotan 2,5 kg sebesar 32506 MPa, penambahan serat sedotan 3 kg sebesar 33657 MPa dan penambahan serat sedotan 3,5 kg sebesar 35080 MPa. Nilai Modulus elastisitas berdasarkan rumus empiris SNI normal didapat untuk penambahan serat sedotan sebesar 2 kg adalah 24141 MPa, penambahan serat sedotan 2,5 kg sebesar 23907 MPa, penambahan serat sedotan 3 kg sebesar 22450 MPa dan penambahan serat sedotan 3,5 kg sebesar 20468,8 MPa. Sedangkan dihitung dengan metode ACI didapat penambahan serat sedotan sebesar 2 kg sebesar 23953MPa, penambahan serat sedotan 2,5 kg sebesar 23787 MPa, penambahan serat sedotan 3 kg sebesar 22758 MPa dan penambahan serat sedotan 3,5 kg sebesar 21358,9 MPa. Nilai modulus elastisitas dengan penambahan serat mulai 2 kg, 2,5 kg dan 3 kg nilainya lebih besar dibandingkan pada beton normal, sedangkan pada penambahan 3,5 kg turun nilainya dibawah beton normal. Nilai modulus elastisitas berdasarkan hasil perhitungan dengan metode ASTM berdasarkan data penelitian tegangan-regangan lebih besar rata-rata 39,5 % dibandingkan dengan metode empiris SNI dan ACI. Pada metode ASTM penambahan serat sedotan nilai modulus elastisitas mengakibatkan bertambahnya nilai modulus elastisitas, sedangkan pada rumus empiris penambahan serat pada 2,5 kg sudah terlihat penurunan nilai modulusnya dan pada penambahan 3 kg nilainya lebih rendah dibandingkan nilai modulus elastisitas beton normal.

Saran

Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan serat sedotan mulai 0,5 kg, dan gunakan alat Modulus Elastisitas Beton yang mana pembacaan kuat tekan dan pembacaan dial secara digital.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan rasa syukur kehadirat Allah Subhana Wa Taala, atas selesainya penulisan artikel ini, dan juga disampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada.

1. Ketua LPPM Universitas Widyagama beserta staf.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang
3. Alumni dan Mahasiswa Prodi Teknik Sipil mas Nanang, mas Canizio, mb Novem dan Mb Khinan.

6. REFERENSI

- [1] S. Aprilianti and Nadia, "Analisis Pengaruh Beton Dengan Bahan Admixture Naphtalene Dan Polycarboxilate Terhadap Kuat Tekan Beton Normal," *Jurnal Konstruksia*, vol. 3, no. 2, 2012.
- [2] W. S. P and Agt. Wahjono, "PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK PADA KUAT TARIK CAMPURAN SEMEN-PASIR DAN KEMUNGKINAN APLIKASINYA," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, vol. 8, no. 2, pp. 159–169, 2008, Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://ojs.petra.ac.id/ojsnew/index.php/uaj/article/view/17530>
- [3] Ahmad, "PENGARUH PENAMBAHAN SERAT PLASTIK PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) PADA BETON NORMAL TERHADAP KUAT LENTUR," Universitas Jember, 2017.
- [4] U. Saepudin, G. Hartati, and S. Nur Bakri, "ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON BERSERAT POLYMERIC SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)," *Jurnal Media Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 88–95, Sep. 2022, doi: 10.25157/jmt.v9i1.2788.

- [5] A. Fimansyah, A. Halim, and C. Aditya, "PENGARUH PENAMBAHAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU SEBAGAI BAHAN ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 2022.
- [6] M. D. Mboru, A. Halim, C. Aditya, and A. Suraji, "PENGARUH SIKAP DAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 2022.
- [7] S. N. Indonesia, "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder," 2011
- [8] M. M. M. Pade, E. J. Kumaat, H. Tanudjaja, and R. Pandaleke, "PEMERIKSAAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON BERAGREGAT KASAR BATU RINGAN APE DARI KEPULAUAN TALAUD," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 7, pp. 479–485, Jul. 2013, Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/2468>
- [9] S. N. Indonesia, "Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium," 2011
- [10] B. S. Nasional, "Cara uji slump beton," 2008