

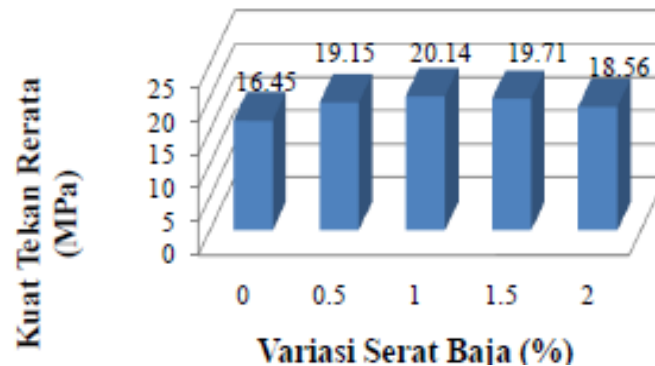
## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penelitian Sebelumnya**

1. Dalam penelitian Ramarhiska (2012), yang telah meneliti “Pengaruh Beton Ringan Menggunakan Serat Kawat Bendrat Dan Serat *Polypropylene* Dengan Agregat Batu Apung Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan”. Persentase penambahan serat dalam adukan beton ringan dipakai 1 (satu) variasi untuk serat *polypropylene* yaitu 0,1%, dan 5 (lima) variasi serat baja yaitu: 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%. Dibutuhkan material benda uji beton dalam satu meter kubik dengan f.a.s 0,45 sebanyak semen 455 kg/m<sup>3</sup>, air 225 liter/m<sup>3</sup>, pasir 538,524 kg/m<sup>3</sup> dan *pumice* 606,812 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 56 hari dengan 3 (tiga) benda uji silinder berukuran 15 × 30 cm. Dari hasil penelitian, dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dan serat baja 0%; 0,5%; 1%; 1,5% dan 2%. Didapatkan nilai kuat tekan maksimal pada penambahan serat baja 1% sebesar 20,14 MPa. Nilai modulus elastisitas maksimal terjadi pada penambahan serat baja 0,5% sebesar 9125,92 MPa. Komposisi optimum penambahan variasi serat baja terhadap breksi batu apung beton ringan sebesar 1%. Hasil lengkap pengujian pada masing-masing benda uji sebagai berikut :
  - a. hasil pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton pada masing-masing benda uji dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dapat dilihat pada gambar 2.1.

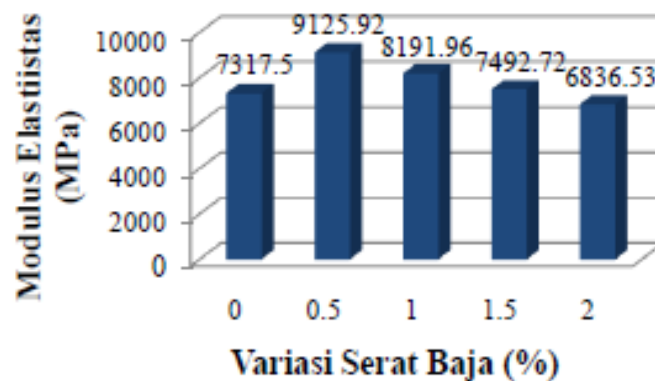


Gambar 2.1. Grafik Kuat tekan dengan variasi serat baja dan serat *Polypropylene*

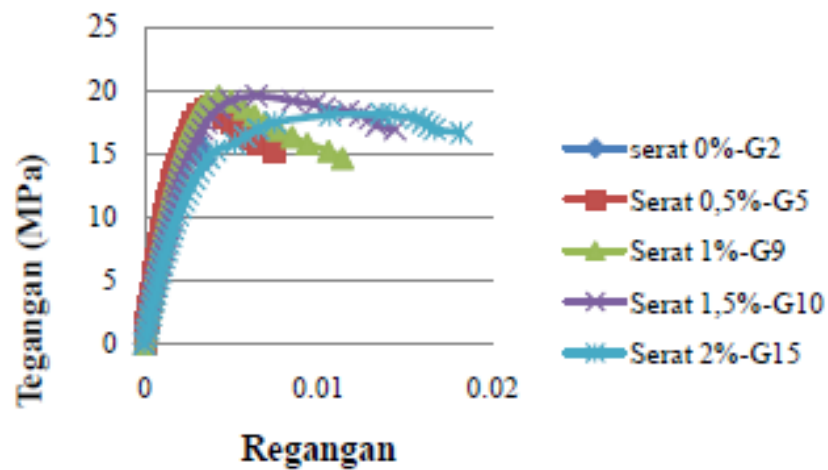
Berdasarkan gambar 2.1, pada penambahan serat baja sebesar 0,5% hingga 1%, terjadi kenaikan kuat tekan pada beton ringan agregat breksi *pumice* sebesar 16,41% dan 22,43% terhadap penambahan serat 0%. Sedangkan pada penambahan serat sebesar 1,5% dan 2% menunjukkan adanya penurunan kuat tekan berturut-turut sebesar 8,51% dan 5,06% terhadap penambahan serat 1%. Semakin banyak serat nilai kuat tekan akan semakin turun dan akan mengurangi daya ikat beton itu sendiri.

b. hasil pengujian modulus elastisitas

Hasil pengujian modulus elastisitas pada masing-masing benda uji dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Grafik modulus elastisitas rata-rata variasi serat baja dan serat *polypropylene*.



Gambar 2.3. Grafik penambahan variasi serat baja dan serat *Polypropylene*

Dari hasil penelitian pada gambar 2.2, penambahan serat baja sebesar 0,5% terjadi kenaikan modulus elastisitas pada beton ringan agregat breksi *pumice* sebesar 24,71% terhadap penambahan serat 0%. Pada penambahan serat sebesar 1%, 1,5% dan 2% menunjukkan adanya penurunan nilai modulus elastisitas berturut-turut sebesar 11,4%, 21,8% dan 33,5% terhadap penambahan serat 0,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi serat mampu mengurangi regangan dan nilai modulus elastisitas akan semakin besar.

Berdasarkan gambar 2.3 yang menunjukkan grafik hubungan tegangan regangan menunjukkan adanya kenaikan nilai tegangan pada penambahan serat 0,5% dan 1% berturut-turut sebesar 15,20% dan 22,15%, terhadap penambahan serat 0%. Pada penambahan serat 1,5% dan 2% terjadi penurunan nilai tegangan berturut-turut sebesar 21,20% dan 12,47% terhadap penambahan serat 1%. Nilai regangan tertinggi berada pada penambahan serat sebesar 1,5%.

2. Dalam penelitian Purwanto (2011), yang meneliti tentang “Pengaruh Persentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan”. Penelitian ini dilakukan dengan mengganti agregat kasar menggunakan agregat yang lebih ringan yaitu ALWA. Penelitian ini mengevaluasi seberapa besar kemampuan beton ringan berserat kawat galvanis terhadap pengujian mekanik berupa kuat tekan dan kuat tarik belah. Benda uji pada penelitian terdiri dari benda uji silinder diameter 100 mm tinggi 200 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Variasi serat yang digunakan yaitu 0%; 0,3%; 0,75%; 1% dengan panjang serat 60 mm diameter 1 mm. Benda uji berjumlah 12 buah untuk pengujian kuat tekan dan 12 buah untuk pengujian kuat tarik belah dan masing-masing 3 buah untuk setiap variasi serat. Hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing-masing variasi serat 0%; 0,3%; 0,75% dan 1% berturut-turut adalah 21,58 MPa; 24,00 MPa; 24,81 MPa dan 25,01 MPa. Dengan peningkatan kuat tekan optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 15,89%. Hasil pengujian kuat tarik belah, nilai untuk masing-masing variasi serat 0%; 0,3%; 0,75% dan 1% berturut-turut adalah 2,23 MPa; 2,76 MPa; 3,50 MPa dan 3,61 MPa. Dengan peningkatan kuat tarik belah optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 61,90%. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan serat kawat galvanis ke dalam adukan beton ringan hanya sedikit meningkatkan kuat tekan beton ringan namun meningkatkan kuat tarik belah beton sesuai dengan peningkatan jumlah volume fraksi serat dan mengubah beton dari bahan yang getas menjadi bahan yang lebih daktail. Hasil dari penelitian sebagai berikut :

a. kuat tekan beton

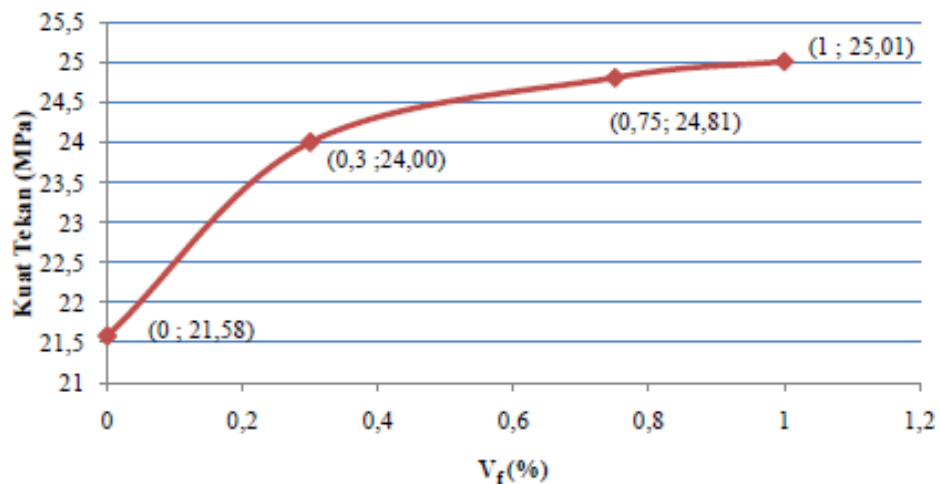
Hasil pengujian kuat tekan seluruh benda uji disajikan dalam tabel 2.1 dan gambar 2.4.

Tabel 2.1. Hasil pengujian kuat tekan beton

No	kode	Umur (umur)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
1	T-0.1	28	180	21,78	21,58	-
2	T-0.2	28	175	21,18		
3	T-0.3	28	180	21,78		
4	T-0,3.1	28	210	25,41	24,00	11,21
5	T-0,3.2	28	190	22,99		
6	T-0,3.3	28	195	23,60		
7	T-0,75.1	28	200	24,20	24,81	14,95
8	T-0,75.2	28	225	27,23		
9	T-0,75.3	28	190	22,99		
10	T-1.1	28	190	22,99	25,01	15,89
11	T-1.2	28	225	27,23		
12	T-1.3	28	205	24,81		

Sumber : Purwanto (2011)

Dari tabel 2.1 didapat grafik hubungan kuat tekan dengan  $V_f$



Gambar 2.4. Grafik hubungan kuat tekan dengan  $V_f$

## b. kuat tarik belah

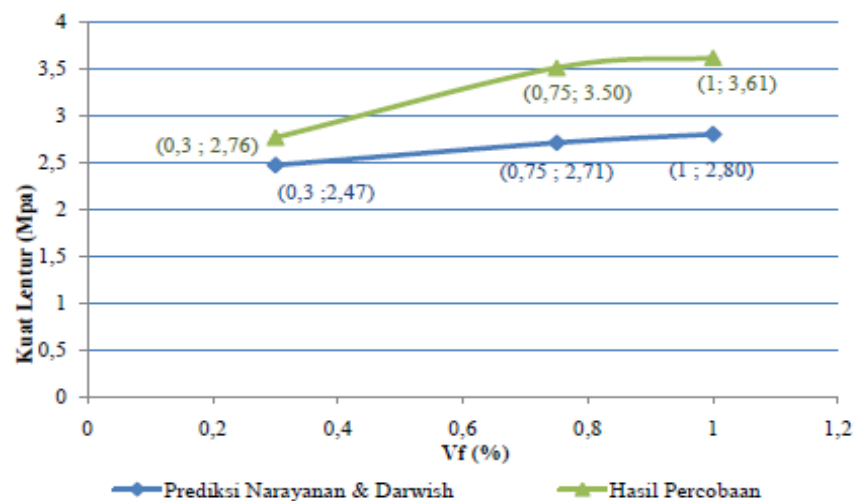
Hasil pengujian kuat tarik belah seluruh benda uji disajikan dalam tabel 2.2 dan gambar 2.5.

Tabel 2.2. Hasil pengujian kuat tarik belah beton

No	Kode	Umur (umur)	Beban Maks (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
1	B-0.1	28	70	2,23	2,23	-
2	B-0.2	28	65	2,07		
3	B-0.3	28	75	2,39		
4	B-0,3.1	28	85	2,71	2,76	23,81
5	B-0,3.2	28	80	2,55		
6	B-0,3.3	28	100	3,03		
7	B-0,75.1	28	120	3,82	3,50	57,14
8	B-0,75.2	28	100	3,18		
9	B-0,75.3	28	115	3,50		
10	B-1.1	28	125	3,98	3,61	61,90
11	B-1.2	28	100	3,50		
12	B-1.3	28	110	3,34		

Sumber : Purwanto (2011)

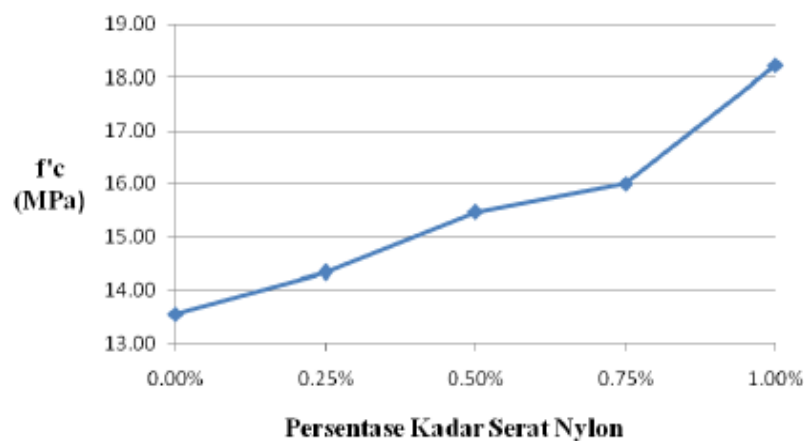
Dari tabel 2.2 didapat grafik hubungan kuat tarik dengan  $V_f$

Gambar 2.5. Grafik hubungan kuat tarik dengan  $V_f$

3. Dalam penelitian Gunawan, Prayitno, Romdhoni (2014), yang meneliti tentang “Pengaruh Penambahan Serat *Nylon* Pada Beton Ringan Dengan Teknologi *Foam* Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas”. Pembuatan beton ini adalah dengan cara menambahkan *foam agent* yang dibuat dengan pencampuran *spectafoam*, *harder mill* (HDM), dan *polymer* ke dalam adukan mortar kemudian ditambahkan berbagai variasi kadar serat *nylon*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan dilakukan analisis secara teoritis untuk mendukung kesimpulan akhir. Benda uji berupa silinder 15 cm × 30 cm untuk pengujian modulus elastisitas, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah CTM (*Compression Testing Machine*). Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan maksimum kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas berturut-turut sebesar 34,47% pada kadar serat 1%; 45,60% pada kadar serat 0,5%; dan 59,47% pada kadar serat 1% dibandingkan dengan beton ringan *foam* tanpa serat *nylon*. Hasil penelitian untuk setiap benda uji sebagai berikut :

a. hasil pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan beton ringan *foam* menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada gambar 2.6 dan tabel 2.3.



Gambar 2.6. Grafik hasil pengujian kuat tekan

Tabel 2.3. Hasil pegujian kuat tekan

No	Kadar Serat	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Luas Perm. (mm <sup>2</sup> )	Uji Tekan (kN)	f <sub>c</sub> (MPa)
1	0%	KTME NY 0%	1	17907,86	240,00	13,40
			2	17907,86	240,00	13,40
			3	17671,46	245,00	13,86
			Rata-rata		241,67	13,56
2	0,25%	KTME NY 0,25%	1	17907,86	245,00	13,68
			2	17907,86	255,00	14,24
			3	17907,86	270,00	15,08
			Rata-rata		256,67	14,33
3	0,5%	KTME NY 0,5%	1	17907,86	245,00	13,68
			2	17907,86	255,00	14,24
			3	17907,86	270,00	15,08
			Rata-rata		275,00	15,46
4	0,75%	KTME NY 0,75%	1	17671,46	270,00	15,28
			2	18145,84	300,00	16,53
			3	17907,86	290,00	16,19
			Rata-rata		286,67	16,00
5	1%	KTME NY 1%	1	17671,46	300,00	16,98
			2	17671,46	345,00	19,52
			3	18145,84	330,00	18,19
			Rata-rata		325,00	18,23

Sumber : Gunawan, Prayitno, Romdhoni (2014)

Dari hasil pengujian pada gambar 2.6 dan tabel 2.3, diperoleh nilai rata-rata kuat tekan berturut-turut dari kadar serat 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton pada umur 28 hari adalah 13,56 MPa; 14,33 MPa; 15,46 MPa; 16,00 MPa; 18,23 MPa atau mengalami peningkatan nilai kuat tekan beton ringan *foam* berserat *nylon* berturut-turut dari kadar serat 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari volume beton sebesar 5,73%; 14,08%; 18,04%; 34,47%.



b. hasil pengujian kuat tarik belah

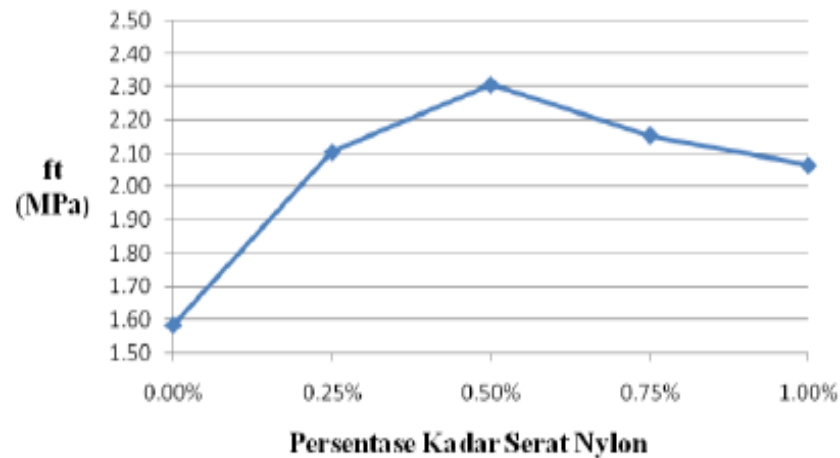
Pengujian kuat tarik belah beton ringan *foam* menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum. Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel 2.4 dan gambar 2.7.

Tabel 2.4. Hasil pegujian kuat tarik belah

No	Kadar Serat	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Uji Tekan (kN)	f <sub>c</sub> (MPa)
1	0%	KTB NY 0%	1	110,00	1,54
			2	110,00	1,53
			3	120,00	1,69
			Rata-rata	113,33	1,58
2	0,25%	KTB NY 0,25%	1	180,00	2,52
			2	140,00	1,96
			3	130,00	1,83
			Rata-rata	150,00	2,10
3	0,5%	KTB NY 0,5%	1	185,00	2,59
			2	140,00	1,97
			3	170,00	2,36
			Rata-rata	165,00	2,31
4	0,75%	KTB NY 0,75%	1	140,00	1,97
			2	170,00	2,38
			3	150,00	2,11
			Rata-rata	153,33	2,15
5	1%	KTB NY 1%	1	145,00	2,05
			2	140,00	1,96
			3	155,00	2,19
			Rata-rata	146,67	2,06

Sumber : Gunawan, Prayitno, Romdhoni (2014)

Dari tabel 2.4, diperoleh hasil pengujian dengan nilai rata-rata kuat tarik belah berturut-turut dari kadar serat 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton yang diuji pada umur beton 28 hari berturut-turut adalah 1,58 MPa; 2,10 MPa; 2,31 MPa; 2,15 MPa; 2,06 MPa. Dari hasil pengujian ini didapat grafik hubungan kuat tarik belah beton ringan dengan serat nylon yang dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Garfik hasil pengujian kuat tarik belah

Berdasarkan gambar 2.7 menunjukkan nilai kuat tarik belah mengalami peningkatan berturut-turut dari kadar serat *nylon* 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari volume beton adalah 32,81%; 45,60%; 35,92%; 30,35%.

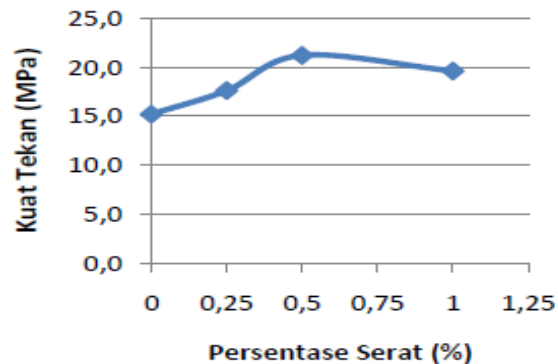
4. Dalam penelitian Nikmah (2015), yang meneliti tentang “Pengaruh Penambahan Serat Seng Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas menggunakan silinder 10 cm × 20 cm dengan variasi persentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berjumlah 6 buah per sampel benda uji akan diuji setelah berumur 28 hari. Dari hasil penelitian didapat berat jenis beton ringan gas berserat seng rata-rata adalah sebesar 1895,37 kg/m<sup>3</sup>. Kuat tekan dengan kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 8,431 MPa, 10,284 MPa, 13,374 MPa, 11,814 MPa, dan 9,755 MPa. Kuat tekan maksimum adalah pada beton ringan gas dengan kadar serat 0,509% dengan nilai optimum adalah sebesar 13,377 MPa. Kuat tarik belah dengan kadar serat sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 1,385 MPa, 1,895 MPa, 2,023 MPa,

1,945 MPa, dan 1,816 MPa. Kuat tarik belah maksimum adalah pada beton ringan gas dengan serat sebesar 0,497% dengan nilai optimum adalah sebesar 2,023 MPa. Nilai modulus elastisitas dengan kadar serat sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 9551 MPa, 10749 MPa, 16773 MPa, 14449 MPa, dan 10339 MPa. Modulus elastisitas maksimum adalah pada penambahan serat sebesar 0,545% dengan nilai optimum adalah sebesar 17056 MPa.

5. Dalam penelitian Gunawan, Prayitno, Cahyadi (2013), yang meneliti tentang “Pengaruh Penambahan Serat Galvalum AZ 150 Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Modulus Elastisitas, Kuat Tarik Dan Kuat Tekan”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat galvalum AZ 150 terhadap modulus elastisitas, kuat tarik, dan kuat belah beton ringan foam berserat galvalum AZ 150. Metode yang digunakan adalah pengamatan secara eksperimental dan kemudian dilakukan analisis secara teoritis untuk mendukung hasil/kesimpulan akhirnya. Benda uji berupa silinder 7,5 cm × 15 cm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik, sedangkan untuk pengujian modulus elastisitas menggunakan benda uji berupa silinder 15 cm × 30 cm. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah CTM (*Compression Testing Machine*). Kuat tekan meningkat sebesar 34,09%, Kuat tarik belah meningkat sebesar 47,37%. Nilai modulus elastisitas meningkat sebesar 24,22%. Dari pengujian secara eksperimental dan perhitungan secara analisis diperoleh nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada beton ringan foam berserat yang tidak jauh berbeda. Hasil penelitian sebagai berikut :

  - a. hasil pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.8.

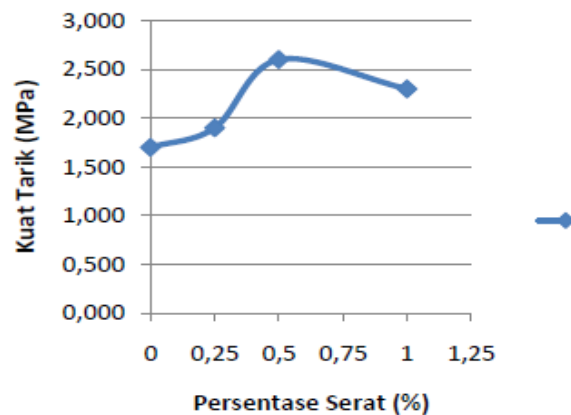


Gambar 2.8. Grafik hasil pengujian kuat tekan beton

Berdasarkan gambar 2.8 menunjukkan peningkatan kuat tekan disebabkan karena adanya kontribusi dari serat terhadap volume adukan beton yang semakin padat. Serat yang ditambahkan masih dapat menyebar secara random dimana serat seolah-olah berfungsi sebagai tulangan. Serat galvalum AZ 150 juga mampu terikat kuat dengan adukan beton yang menyebabkan terbentuklah suatu massa yang kompak dan padat sehingga dapat meningkatkan nilai kuat tekannya. Mekanisme yang diharapkan yaitu beton akan semakin kokoh/stabil dengan menahan beban karena aksi serat (*fiber confine-ment*) yang sangat mengikat di sekelilingnya.

b. hasil pengujian tarik belah

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 2.9.

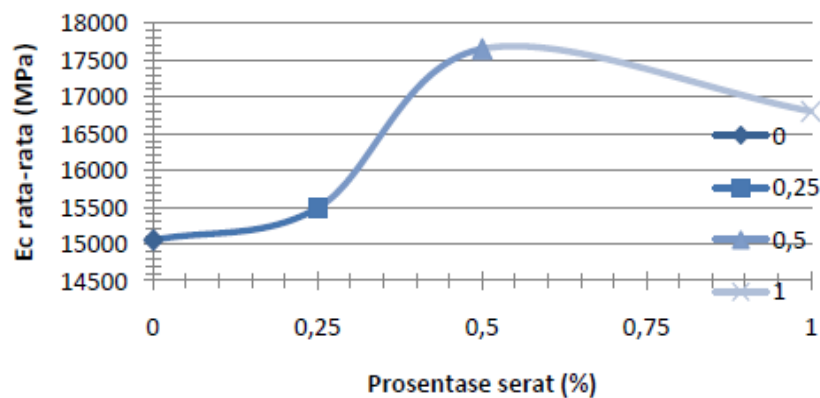


Gambar 2.9. Grafik hasil pengujian kuat tarik belah

Hasil penelitian didapat kuat tarik belah dengan persentase serat galvalum AZ 150 sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 1,70 MPa, 1,90 MPa, 2,60 MPa, 2,30 MPa. Kuat tarik belah maksimum adalah pada beton ringan foam dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tekan sebesar 2,60 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 47,37% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Peningkatan ini terjadi karena adanya penambahan serat galvalum AZ 150 menghasilkan aksi komposit yang lebih baik. Mekanisme serat yang diharapkan yaitu Serat akan melakukan *dowel action* (aksi pasak) sehingga pasta yang sudah retak dapat stabil/kokoh menahan beban yang ada.

c. hasil pengujian modulus elastisitas

Hasil pegujian dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Grafik hasil pengujian modulus elstisitas

Modulus elastisitas beton merupakan suatu ukuran nilai yang menunjukkan kekakuan atau ketahanan beton untuk menahan deformasi (perubahan bentuk). Hal ini membantu dalam menganalisa perkembangan tegangan- regangan pada elemen struktur yang sederhana dan untuk menentukan analisa tegangan-regangan, momen dan lendutan pada struktur yang lebih kompleks. Hasil pengujian didapat nilai modulus elastisitas dengan persentase penambahan serat galvalum AZ 150 sebesar

0%, 0,25%, 0,5%, 1% yang diuji pada umur 28 hari adalah  $15,052 \times 103$  MPa;  $15,493 \times 103$  MPa;  $17,654 \times 103$  MPa;  $16,804 \times 103$  MPa. Modulus elastisitas maksimum adalah pada beton ringan foam dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%. Penambahan kadar serat sebesar 0,5% menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar 16,79% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Besarnya nilai modulus elastisitas akan sebanding dengan kuat tekan yang dihasilkan, semakin besar nilai kuat tekannya maka nilai modulus elastisitas akan besar pula dan faktor-faktor yang mempengaruhi modulus elastisitas sama se-perti halnya yang terjadi pada kuat tekannya. Mekanisme serat yang diharapkan yaitu serat bersama pasta beton akan membentuk matriks komposit, dimana serat akan menahan beban yang ada sesuai dengan modulus elastisitasnya.

### **B. Keaslian Penelitian**

Hasil-hasil penelitian sebelumnya tentang pemakaian serat pada beton ringan, menunjukkan peningkatan pada nilai kuat tekan dan kuat tariknya. Hal ini dipengaruhi oleh jenis agregat kasar, metode dan variasi/persentase pemberian serat pada campuran beton.

Keaslian penelitian, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik beton menggunakan agregat kasar batu apung dengan tambahan kawat bendrat 50 mm dan variasi pemberian serat kawat bendrat sebesar 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1% belum ada yang meneliti. Dengan adanya penelitian ini semoga dapat menjadi referensi baru dalam perencanaan beton.

Dari tabel 2.5 dapat dilihat perbedaan-perbedaan penelitian ini dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.5. Perbedaan penelitian sebelumnya

No	Nama Peneliti	Variabel				
		Campuran beton	Serat	Variasi Serat	Umur (hari)	Jenis beton
1	Ramarhiska	Batu apung, pasir, semen, dan air	kawat bendrat dan <i>polypropylene</i>	Kawat bendrat : 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2%, dan <i>polypropylene</i> : 0,1 %	56	Beton ringan
2	Purwanto	ALWA, pasir, semen, dan air	Kawat galvanis	0% , 0,3%, 0,75%, dan 1%	28	Beton ringan
3	Gunawan, Prayitno, Romdhoni	Menggunakan teknologi <i>foam</i>	Serat <i>nylon</i>	0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%	28	Beton ringan
4	Nikmah	Menggunakan teknologi gas	Serat seng	0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%	28	Beton ringan
5	Gunawan, Prayitno, Cahyadi	Menggunakan teknologi <i>foam</i>	Serat galvalum AZ 150	0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%	28	Beton ringan
6	Abdurajak	Batu apung, pasir, semen, dan air	Kawat bendrat	0%, 0,5%, 0,75%, dan 1%	28	Beton ringan