

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton

4.1.1 Kaleng kemasan

- **Karakteristik Kaleng kemasan**

Jenis Kaleng : Limbah Kaleng Kemasan yang ada dipasaran

Material : Alumunium

Diameter : 40 mm x 2 mm

- **Berat Isi Kawat**

Kaleng kemasan yang digunakan dalam penelitian ini dipotong dengan pajang kaleng sepanjang 40 mm dan lebar 3 mm. Sedangkan variasi kait kaleng yang dicampurkan ke dalam adukan mortar adalah kait A dan B sebanyak 10 % dari berat silinder. Hasil pemeriksaan berat isi Kaleng dijelaskan pada tabel 4.1

Berat air + cawan = 221,2 gr

Berat cawan = 3,2 gr

Berat jenis air = 1 gr/cm³

V silinder = 5298,75 cm³ = 12,717 kg

Tabel 4.1

Berat isi kaleng hasil pengujian

No	Berat Fiber		Volume Air (cm3)	Berat isi fiber		W fiber 1%	
	Loose (gr)	Dense (gr)		Loose (gr/cm3)	Dense (gr/cm3)	Loose (gr)	Dense (gr)
1	17,2	26,4	218	0,0789	0,1211	4,1807	6,4168
2	18	26,4	218	0,0826	0,1211	4,3751	6,4168
3	20,6	22	218	0,0945	0,1009	5,0071	5,3474
4	18,2	23,2	218	0,0835	0,1064	4,4237	5,6390
5	17	28,4	218	0,0780	0,1303	4,1321	6,9030
6	16,4	23	218	0,0752	0,1055	3,9862	5,5904
7	16,6	24,2	218	0,0761	0,1110	4,0348	5,8821
8	17,6	24,4	218	0,0807	0,1119	4,2779	5,9307
9	17,6	26,8	218	0,0807	0,1229	4,2779	6,5141
10	17	27,6	218	0,0780	0,1266	4,1321	6,7085
11	16	25,6	218	0,0734	0,1174	3,8890	6,2224
12	14,8	25,2	218	0,0679	0,1156	3,5973	6,1252
13	15,8	24,4	218	0,0725	0,1119	3,8404	5,9307
14	18	24,2	218	0,0826	0,1110	4,3751	5,8821

No	Berat Fiber		Volume Air (cm3)	Berat isi fiber		W fiber 1%	
	Loose (gr)	Dense (gr)		Loose (gr/cm3)	Dense (gr/cm3)	Loose (gr)	Dense (gr)
15	15,8	26,4	218	0,0725	0,1211	3,8404	6,4168
16	15,8	24,8	218	0,0725	0,1138	3,8404	6,0279
17	16	25,6	218	0,0734	0,1174	3,8890	6,2224
18	15,8	25,4	218	0,0725	0,1165	3,8404	6,1738
19	15,8	25,4	218	0,0725	0,1165	3,8404	6,1738
20	16,4	25,8	218	0,0752	0,1183	3,9862	6,2710
21	16,4	26,2	218	0,0752	0,1202	3,9862	6,3682
22	15,8	25	218	0,0725	0,1147	3,8404	6,0765
23	16,4	28,8	218	0,0752	0,1321	3,9862	7,0002
24	16,2	26,8	218	0,0743	0,1229	3,9376	6,5141
25	16,4	27	218	0,0752	0,1239	3,9862	6,5627
26	16	29,2	218	0,0734	0,1339	3,8890	7,0974
27	17,8	24,4	218	0,0817	0,1119	4,3265	5,9307
28	16,6	27,8	218	0,0761	0,1275	4,0348	6,7571
29	15,2	26,4	218	0,0697	0,1211	3,6945	6,4168
30	16	24,4	218	0,0734	0,1119	3,8890	5,9307
Nilai Rata-Rata				2,4683	33,5583	18,6782	6,3713
Nilai Max				11,1000	156,0000	144,5000	7,0974
Nilai Min				0,0697	0,1119	3,6945	5,9307

4.1.2 Perencanaan *Mix Design* Beton

Perencanaan *Mix Design* yang digunakan dalam percobaan ini merupakan perbandingan volume komposisi semen : pasir : batu apung 25% dan kerikil 75%

Jenis Material	Berat jenis		Volume (m ³)	Perb. Volume
	(kg/m ³)	Berat (kg)		
Semen	1350	363	0.268	1
Pasir	1400	743	0.530	2
Kerikil	1300	1069	0.822	3
Air	1000	225	0.225	1

Tabel 4.2

Perencanaan *Mix Design* Beton Normal dengan Menggunakan Perbandingan Volume 1:2:3:1

Benda Uji	Material Untuk 1 Benda Uji					
	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	fiber (gr)	fiber (kg)
Beton Normal	3,02	1,51	4,53	6,04	0,00	0,00

Tabel 4.3

Perencanaan *Mix Design* Beton dengan Agregat Batu Apung dan Fiber kaleng 10% Menggunakan Perbandingan Volume 1:2:3:1

Benda Uji	Material Untuk 1 Benda Uji						
	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Krikil (kg)	Pumis (kg)	fiber (gr)	fiber (kg)
Pumis 25%	3,02	1,51	4,53	4,53	2,13	0	0
Beton Fiber 10%	3,02	1,51	4,53	4,53	2,13	242,67	0,24

Campuran beton menggunakan nilai FAS sebesar 0,5 dari berat semen. Faktor air semen didapatkan dari ketentuan yang berlaku pada SNI 03-3449-2002.

4.2 Hasil pengujian Benda Uji

4.2.1 Pengujian Beton Segar (Uji *slump*)

Beton yang baru keluar dari mesin pengaduk adalah beton segar. Pengujian yang dilakukan adalah uji *slump*. Beton segar dituang dari mesin pengaduk ke bak penampungan. Kemudian didapatkan nilai *slump* yang berguna untuk menunjukkan sifat kelecakan (*workability*) dalam campuran beton. Nilai *slump* diperoleh dari besarnya penurunan campuran beton segar yang telah dimasukkan kedalam kerucut Abrams dan diisi tiap $\frac{1}{3}$ bagian dengan setiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu, alat uji *slump* diangkat searah vertikal untuk memperoleh nilai *slump*. Hasil pengujian *slump* didapatkan nilai *slump* sebesar 9 cm pada benda uji KAIT B, nilai pada pengujian ini menunjukkan bahwa nilai tersebut telah memenuhi untuk dilakukan pengujian selanjutnya.



Gambar 4.1 Proses Uji *Slump*

Tabel 4.4

Hasil Pengujian Beton Segar

NO	BENDA UJI	NILAI SLUMP (cm)	Rata-Rata (cm)
1	KAIT A 1	16	16
2	KAIT A 2	16	
3	KAIT A 3	16	
4	KAIT A 4	16	
5	KAIT A 5	16	
6	KAIT A 6	16	
7	KAIT B 1	9	9
8	KAIT B 2	9	
9	KAIT B 3	9	
10	KAIT B 4	9	
11	KAIT B 5	9	
12	KAIT B 6	9	
13	BETON NORMAL PUMICE 1	24,5	24,5
14	BETON NORMAL PUMICE 2	24,5	
15	BETON NORMAL PUMICE 3	24,5	
16	BETON NORMAL PUMICE 4	24,5	
17	BETON NORMAL PUMICE 5	24,5	
18	BETON NORMAL PUMICE 6	24,5	
19	BETON FIBER TANPA KAIT 1	24,5	24,5
20	BETON FIBER TANPA KAIT 2	24,5	
21	BETON FIBER TANPA KAIT 3	24,5	
22	BETON FIBER TANPA KAIT 4	24,5	
23	BETON FIBER TANPA KAIT 5	24,5	
24	BETON FIBER TANPA KAIT 6	24,5	

Berdasarkan hasil uji *slump* pada tabel di atas. diperoleh nilai slump rata – rata sebesar 16, 9, dan 24,5 cm dengan nilai terkecil 9 cm dan nilai terbesar 24,5 cm. Nilai slump tertinggi pada beton normal dan beton dengan *fiber* tanpa kait atau lurus yang beragregat kasar *pumice* dengan nilai 24,5 cm. Sedangkan nilai *slump* terkecil terdapat pada beton dengan variasi Kait B dengan nilai rata – rata 9 cm.

Nilai slump yang tidak konsisten dikarenakan pada saat pelaksanaan pengujian, terjadi beberapa kesalahan, yaitu kurang cepatnya mengangkat cetakan kerucut dan kerucut diangkat dalam keadaan tidak tegak lurus. Namun, sesuai dengan syarat yang telah dijelaskan pada Bab 3 mengenai Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 mengenai “nilai-nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton” bahwa syarat yang ditetapkan untuk pekerjaan beton pelat, balok, kolom dan dinding adalah 7.5 cm – 15 cm. Sehingga dapat dinyatakan bahwa, hanya nilai uji slump untuk benda uji dengan variasi kait B yang memenuhi syarat.

4.2.2 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian tekan beton dilakukan pada umur 28 hari untuk mendapatkan nilai dari kuat tekan beton. Benda uji silinder beton dibuat sebanyak 24 buah untuk masing – masing jenis beton, yaitu 6 buah untuk beton normal dan 6 buah untuk beton dengan agregat batu apung 25% berjumlah 6, beton fiber 10% dengan tanpa kait atau lurus 6, 6 buah benda uji dengan serat kaleng kait tipe A, dan 6 buah untuk jenis kait B. sehingga total silinder beton sebanyak 24 buah, dimana ukuran tinggi silinder 30 cm dan diameter 15 cm. Pada setiap benda uji dilakukan perawatan dengan cara merendam benda uji dalam air untuk meminimalisir proses hidrasi pada beton sehingga tidak terjadi retakan atau susut pada beton. Proses ini dilakukan selama 7 hari setelah beton di cor. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah silinder beton berumur 28 hari.

Proses pencampuran dilakukan dengan bantuan mesin *mixer* berkapasitas 150 kilogram. Material yang pertama dimasukkan adalah agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran diameter 1 – 2 mm atau batu apung dengan ukuran diameter 1 – 2 mm, lalu dilanjutkan dengan memasukkan pasir, semen dan air. Air dimasukkan kedalam *mixer* secara perlahan agar air tercampur merata ke setiap material.



Gambar 4.2 Proses Pencampuran Material Beton Menggunakan *mixer*

Setelah proses pencampuran selesai, campuran beton dimasukkan kedalam bekisting silinder dengan cara dituangkan perlahan sambil ditumbuk agar merata ke seluruh bagian bekisting.



Gambar 4.3 Proses Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

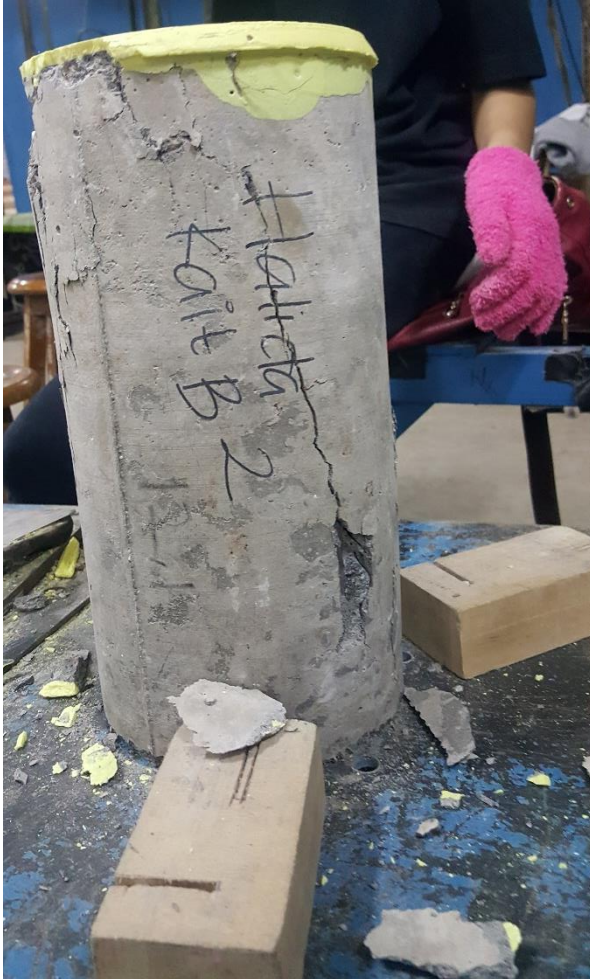
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder dan Berat Isi Silinder

Benda Uji	Berat Isi (kg/m ³)	Rata - rata	Kuat Tekan (Mpa)	Rata - rata
Beton Normal Pumice 1	2311,320755	2270,440252	10,861	10,408
Beton Normal Pumice 2	2245,283019		9,842	
Beton Normal Pumice 3	2254,716981		10,521	
KAIT A 1	2273,584906	2213,836478	16,121	15,065
KAIT A 2	2245,283019		17,309	
KAIT A 3	2122,641509		11,766	
KAIT B 1	2254,716981	2232,704403	23,305	17,366
KAIT B 2	2226,415094		14,255	
KAIT B 3	2216,981132		14,537	
Beton FIBER TANPA KAIT 1	2160,377358	2226,415094	7,919	9,239
Beton FIBER TANPA KAIT 2	2207,54717		8,259	
Beton FIBER TANPA KAIT 3	2311,320755		11,539	

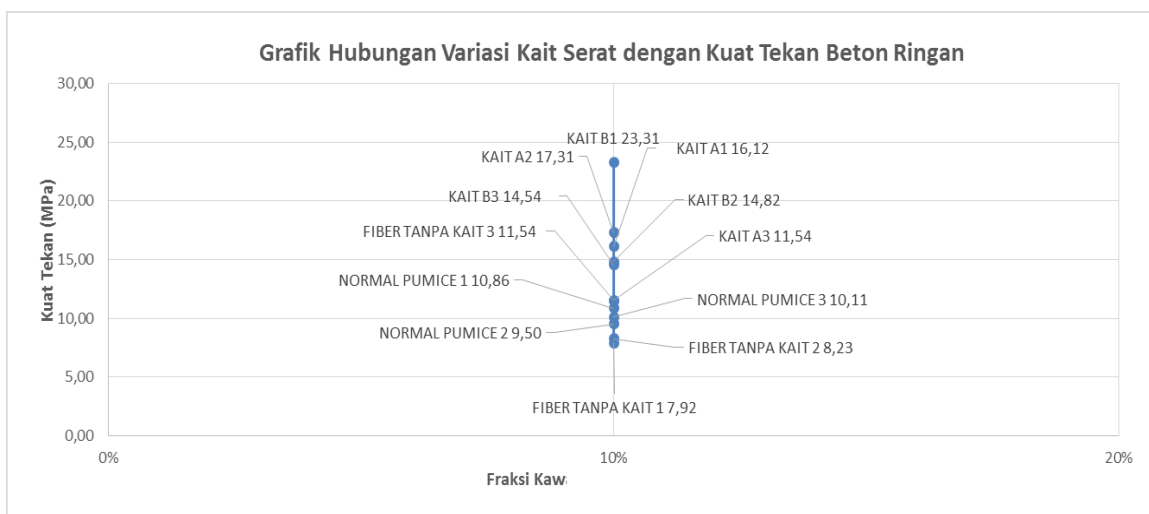
Berdasarkan perhitungan tabel diatas, berat isi beton normal *pumice* lebih tinggi dibandingkan beton yang ditambahkan serat. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan serat Kaleng pada campuran beton, mengakibatkan berkurangnya jumlah agregat kasar maupun agregat halus yang ditambahkan. Sehingga berat beton yang ditambahkan serat menjadi lebih kecil dibandingkan beton normal dan mengakibatkan berat isi beton juga berkurang, karena berat beton berbanding lurus dengan berat isi beton.

Selain itu, kesalahan pada saat pemadatan mortar saat dimasukkan ke dalam cetakan silinder juga menjadi alasan menurunnya berat isi beton. Pemukulan pada bekisting silinder bertujuan untuk mengurangi pori-pori yang ada pada beton. Namun karena terjadi kesalahan. Seperti yang telah dijelaskan, hal ini menimbulkan banyaknya pori-pori kecil pada benda uji, yang berakibat berat beton juga berkurang.

Sesuai dengan SNI 03-2834-2000 bahwa berat isi beton pada umumnya berkisar antara 2200 – 2500 kg/m³. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berat isi benda uji pada penelitian ini telah memenuhi syarat yang ditetapkan.



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton



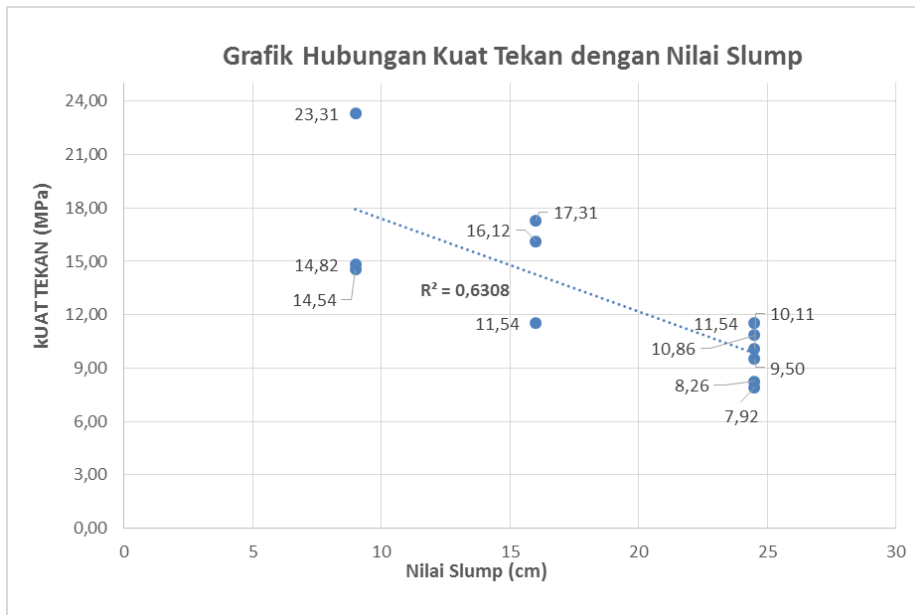
Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Variasi Kait serat dengan kuat tekan Beton

Dari gambar grafik tersebut dapat terlihat KAIT B memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 23,31 MPa, sedangkan KAIT A hanya 17,31 MPa kuat tekanya yang tertinggi dan beton normal *pumice* dengan nilai kuat tekan tertinggi yaitu 10,86 Mpa. Serta nilai *fiber* tanpa kait hanya 11,54 Mpa. Berikut merupakan hubungan antara nilai kuat tekan dengan nilai slump yang didapat selama penelitian kami yang akan ditampilkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian uji kuat tekan dan nilai slump

NO	KODE BENDA UJI	KUAT TEKAN (Mpa)	KUAT TEKAN RATA-RATA (Mpa)	Slump
1	KAIT A 1	16,12	14,95	16
2	KAIT A 2	17,31		16
3	KAIT A 3	11,43		16
4	KAIT B 1	23,31	17,18	9
5	KAIT B 2	14,82		9
6	KAIT B 3	13,41		9
7	BETON NORMAL PUMICE 1	10,861	10,16	24,5
8	BETON NORMAL PUMICE 2	9,503		24,5
9	BETON NORMAL PUMICE 3	10,106		24,5
10	BETON FIBER TANPA KAIT 1	7,919	9,24	24,5
11	BETON FIBER TANPA KAIT 2	8,259		24,5
12	BETON FIBER TANPA KAIT 3	11,539		24,5

Dari tabel diatas diketahui bahwa nilai uji slump yang memiliki nilai terendah adalah KAIT B yaitu dengan nilai slump 9, semakin kecil nilai slump maka nilai kuat tekanya akan semakin besar, karena beton yang memiliki nilai slump tinggi yaitu memiliki kadar air yang diatas rata-rata atau diatas standar sehingga sifat dari beton tersebut akan kurang kuat dalam menerima gaya. Berikut gambar grafik dari hubungan antara kuat tekan dan nilai slump pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara nilai slump dengan kuat tekan Beton

Dari gambar 4.6 telah kita ketahui bahwa semakin tinggi kuat tekannya karena memiliki nilai *slump* yang rendah, sebagai contoh kait B kuat tekannya mencapai 23,31 Mpa, dengan nilai *slump* 9, dan beton fiber tanpa kait hanya memiliki kuat tekan 7,92 Mpa karena memiliki nilai slump yang tinggi yaitu 24,5 cm. Berikut adalah hasil kuat tekan dengan deformasi yang terjadi pada masing-masing benda uji :

1. Kait A

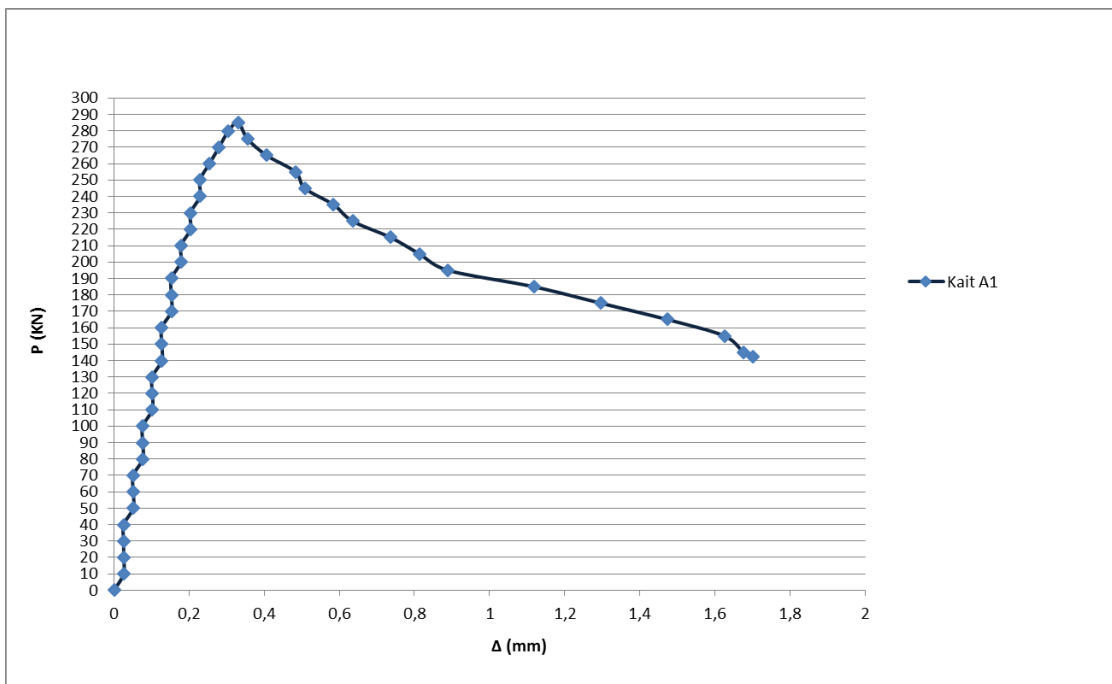
- Kait A1

Tabel 4.7 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait A1

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0,001	0,0254
20	0,001	0,0254
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,002	0,0508
60	0,002	0,0508
70	0,002	0,0508
80	0,003	0,0762
90	0,003	0,0762
100	0,003	0,0762
110	0,004	0,1016
120	0,004	0,1016
130	0,004	0,1016
140	0,005	0,127
150	0,005	0,127
160	0,005	0,127
170	0,006	0,1524

180	0,006	0,1524
190	0,006	0,1524
200	0,007	0,1778
210	0,007	0,1778
220	0,008	0,2032
230	0,008	0,2032
240	0,009	0,2286
250	0,009	0,2286
260	0,01	0,254
270	0,011	0,2794
280	0,012	0,3048
285	0,013	0,3302
275	0,014	0,3556
265	0,016	0,4064
255	0,019	0,4826
245	0,02	0,508
235	0,023	0,5842

225	0,025	0,635
215	0,029	0,7366
205	0,032	0,8128
195	0,035	0,889
185	0,044	1,1176
175	0,051	1,2954
165	0,058	1,4732
155	0,064	1,6256
145	0,066	1,6764
142,5	0,067	1,7018



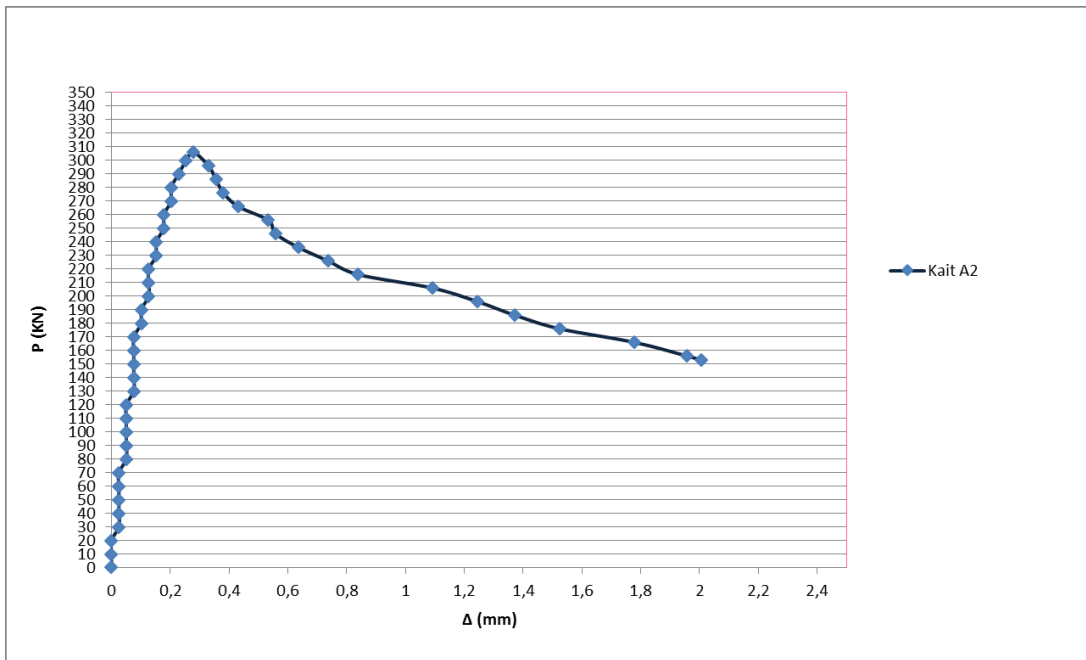
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi kait A1

Pada kait A1 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 285 KN tercantum dalam tabel 4.7 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,3302 mm.

- Kait A2

Tabel 4.8 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait A2

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,001	0,0254
70	0,001	0,0254
80	0,002	0,0508
90	0,002	0,0508
100	0,002	0,0508
110	0,002	0,0508
120	0,002	0,0508
130	0,003	0,0762
140	0,003	0,0762
150	0,003	0,0762
160	0,003	0,0762
170	0,003	0,0762
180	0,004	0,1016
190	0,004	0,1016
200	0,005	0,127
210	0,005	0,127
220	0,005	0,127
230	0,006	0,1524
240	0,006	0,1524
250	0,007	0,1778
260	0,007	0,1778
270	0,008	0,2032
280	0,008	0,2032
290	0,009	0,2286
300	0,01	0,254
306	0,011	0,2794
296	0,013	0,3302
286	0,014	0,3556
276	0,015	0,381
266	0,017	0,4318
256	0,021	0,5334
246	0,022	0,5588
236	0,025	0,635
226	0,029	0,7366
216	0,033	0,8382
206	0,043	1,0922
196	0,049	1,2446
186	0,054	1,3716
176	0,06	1,524
166	0,07	1,778
156	0,077	1,9558
153	0,079	2,0066



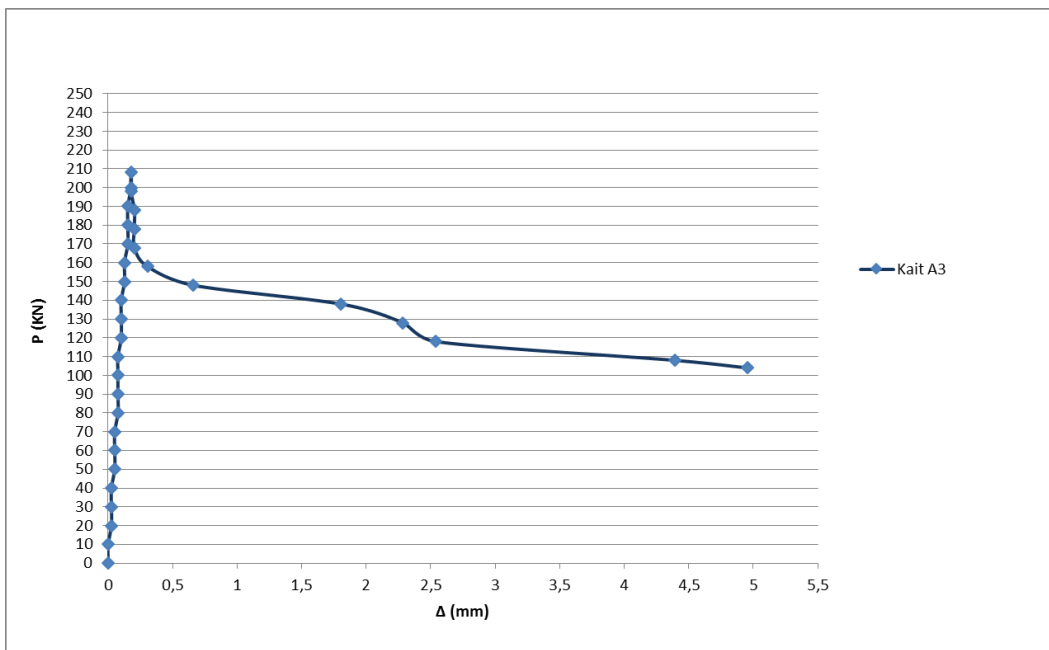
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi kait A2

Pada kait A2 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 306 KN tercantum dalam tabel 4.8 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,2794 mm.

- Kait A3

Tabel 4.9 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait A3

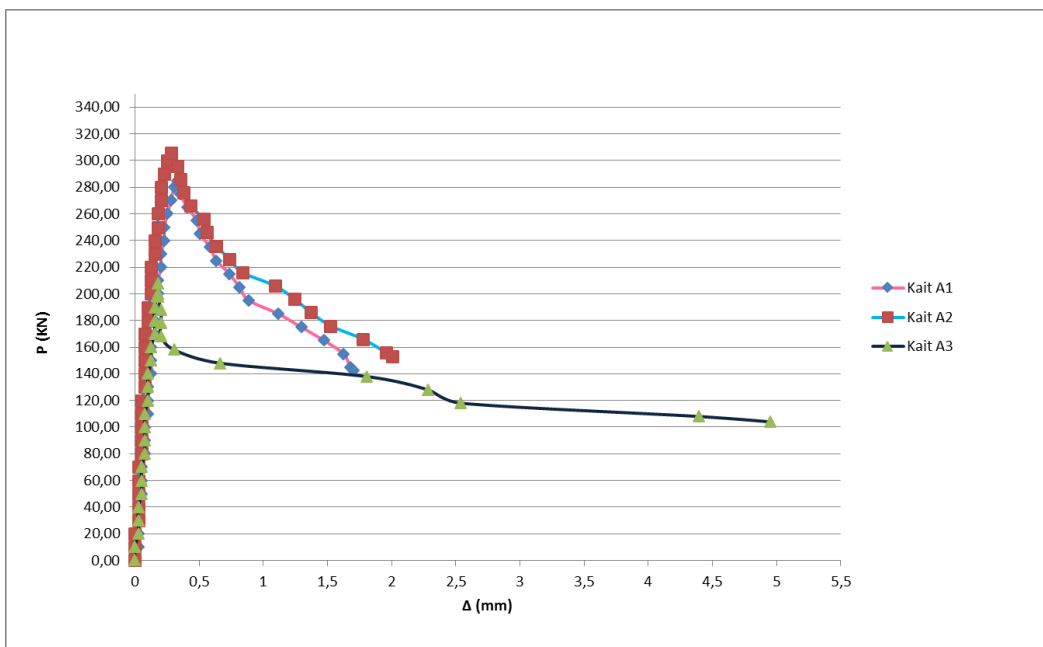
BEBAN (KN)	ΔL (inch)	ΔL (mm)			
0	0	0	180	0,006	0,1524
10	0	0	190	0,006	0,1524
20	0,001	0,0254	200	0,007	0,1778
30	0,001	0,0254	208	0,007	0,1778
40	0,001	0,0254	198	0,007	0,1778
50	0,002	0,0508	188	0,008	0,2032
60	0,002	0,0508	178	0,008	0,2032
70	0,002	0,0508	168	0,008	0,2032
80	0,003	0,0762	158	0,012	0,3048
90	0,003	0,0762	148	0,026	0,6604
100	0,003	0,0762	138	0,071	1,8034
110	0,003	0,0762	128	0,09	2,286
120	0,004	0,1016	118	0,1	2,54
130	0,004	0,1016	108	0,173	4,3942
140	0,004	0,1016	104	0,195	4,953
150	0,005	0,127			
160	0,005	0,127			
170	0,006	0,1524			



Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi kait A3

Pada kait A3 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 208 KN tercantum dalam tabel 4.9 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1778 mm.

- Gabungan Kait A



Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi kait A

Pada grafik gabungan kait A diatas didapatkan kait A2 lebih kuat dalam menahan kuat tekan atau beban dan lebih daktail dibandingkan dengan kait A1 dan A3, dengan nilai

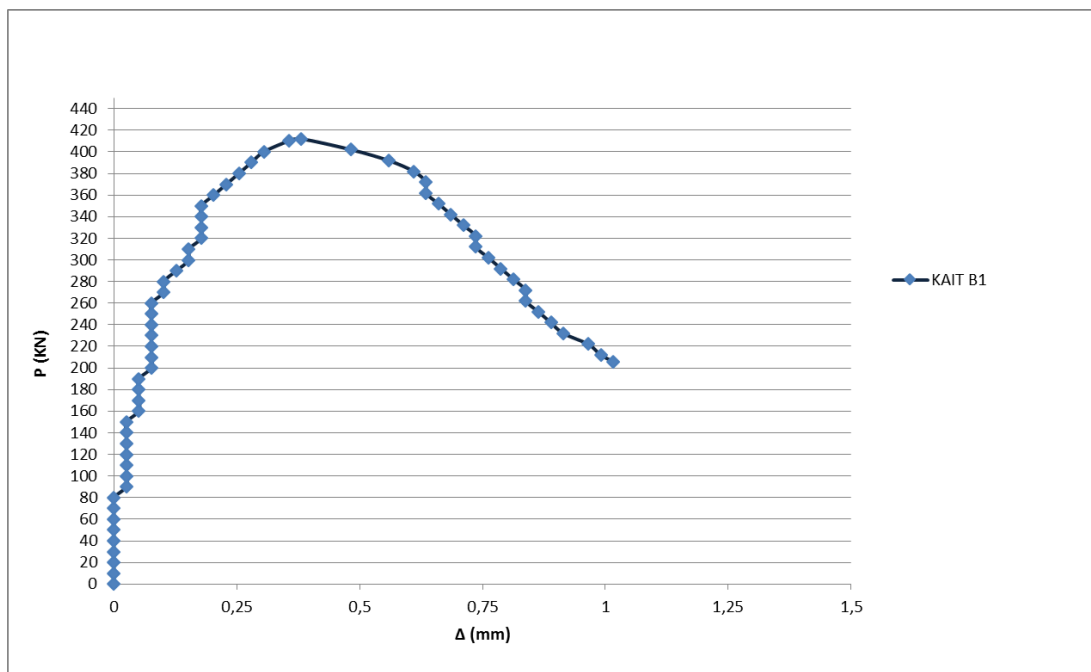
beban maksimum sebesar 306 KN tercantum dalam tabel 4.8 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,2794 mm pada kait A2.

2. Kait B

- Kait B1

Tabel 4.10 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait B1

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0	0
40	0	0
50	0	0
60	0	0
70	0	0
80	0	0
90	0,001	0,0254
100	0,001	0,0254
110	0,001	0,0254
120	0,001	0,0254
130	0,001	0,0254
140	0,001	0,0254
150	0,001	0,0254
160	0,002	0,0508
170	0,002	0,0508
180	0,002	0,0508
190	0,002	0,0508
200	0,003	0,0762
210	0,003	0,0762
220	0,003	0,0762
230	0,003	0,0762
240	0,003	0,0762
250	0,003	0,0762
260	0,003	0,0762
270	0,004	0,1016
280	0,004	0,1016
290	0,005	0,127
300	0,006	0,1524
310	0,006	0,1524
320	0,007	0,1778
330	0,007	0,1778
340	0,007	0,1778
350	0,007	0,1778
360	0,008	0,2032
370	0,009	0,2286
380	0,01	0,254
390	0,011	0,2794
400	0,012	0,3048
410	0,014	0,3556
412	0,015	0,381
402	0,019	0,4826
392	0,022	0,5588
382	0,024	0,6096
372	0,025	0,635
362	0,025	0,635
352	0,026	0,6604
342	0,027	0,6858
332	0,028	0,7112
322	0,029	0,7366
312	0,029	0,7366
302	0,03	0,762
292	0,031	0,7874
282	0,032	0,8128
272	0,033	0,8382
262	0,033	0,8382
252	0,034	0,8636
242	0,035	0,889
232	0,036	0,9144
222	0,038	0,9652
212	0,039	0,9906
206	0,04	1,016



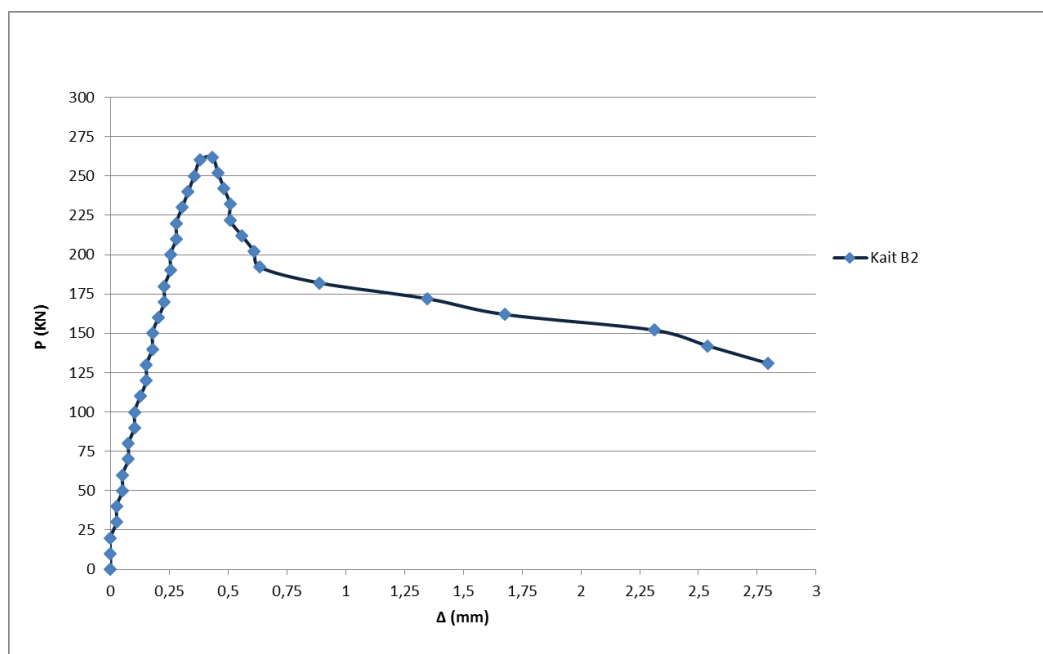
Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi B1

Pada kait B1 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 412 KN tercantum dalam tabel 4.10 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,381 mm.

- Kait B2

Tabel 4.11 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait B2

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,002	0,0508
60	0,002	0,0508
70	0,003	0,0762
80	0,003	0,0762
90	0,004	0,1016
100	0,004	0,1016
110	0,005	0,127
120	0,006	0,1524
130	0,006	0,1524
140	0,007	0,1778
150	0,007	0,1778
160	0,008	0,2032
170	0,009	0,2286
180	0,009	0,2286
190	0,01	0,254
200	0,01	0,254
210	0,011	0,2794
220	0,011	0,2794
230	0,012	0,3048
240	0,013	0,3302
250	0,014	0,3556
260	0,015	0,381
262	0,017	0,4318
252	0,018	0,4572
242	0,019	0,4826
232	0,02	0,508
222	0,02	0,508
212	0,022	0,5588
202	0,024	0,6096



Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi B2

Pada kait B2 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 262 KN tercantum dalam tabel 4.11 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,4381 mm.

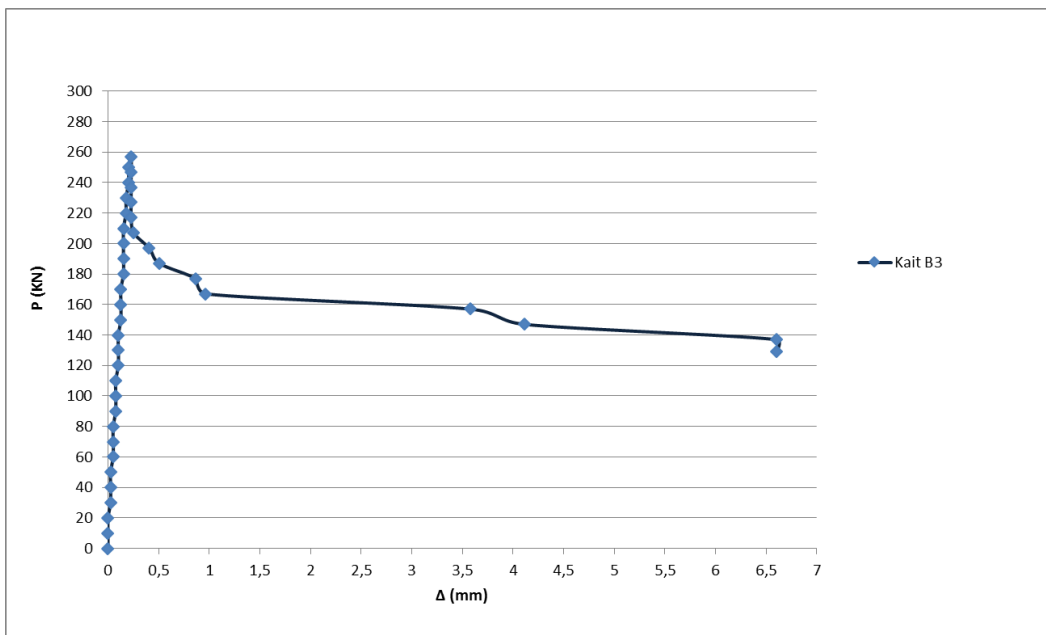
• Kait B3

Tabel 4.12 Hasil Pembacaan *Extensometer* kait B3

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,002	0,0508
70	0,002	0,0508
80	0,002	0,0508
90	0,003	0,0762
100	0,003	0,0762
110	0,003	0,0762
120	0,004	0,1016
130	0,004	0,1016
140	0,004	0,1016
150	0,005	0,127
160	0,005	0,127
170	0,005	0,127

180	0,006	0,1524
190	0,006	0,1524
200	0,006	0,1524
210	0,006	0,1524
220	0,007	0,1778
230	0,007	0,1778
240	0,008	0,2032
250	0,008	0,2032
257	0,009	0,2286
247	0,009	0,2286
237	0,009	0,2286
227	0,009	0,2286
217	0,009	0,2286
207	0,01	0,254
197	0,016	0,4064
187	0,02	0,508
177	0,034	0,8636

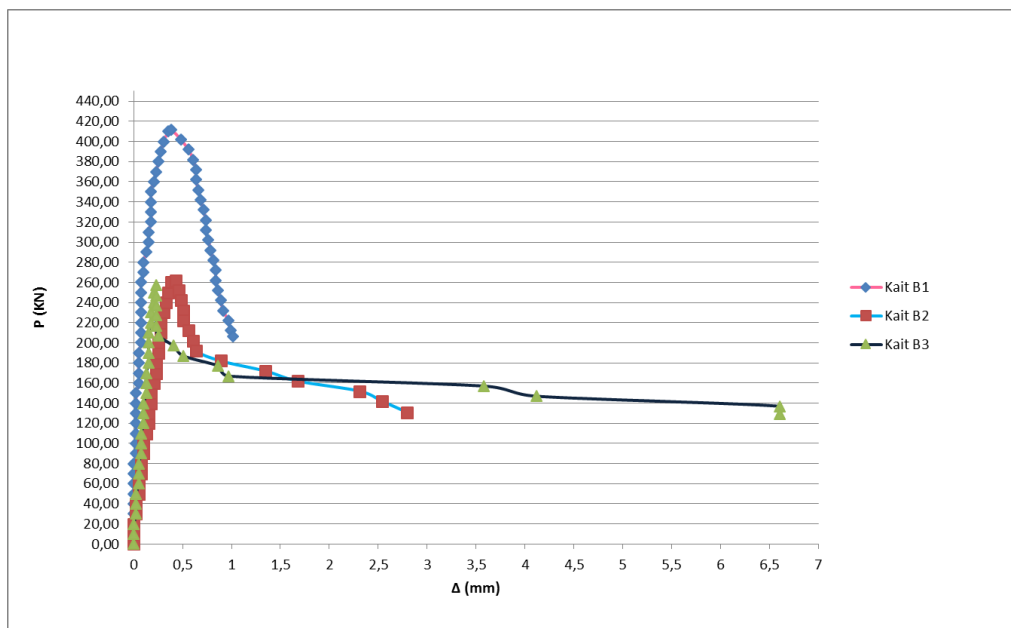
167	0,038	0,9652
157	0,141	3,5814
147	0,162	4,1148
137	0,26	6,604
129	0,26	6,604



Gambar 4.13 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi

Pada kait B3 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 257 KN tercantum dalam tabel 4.11 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,2286 mm.

- Gabungan Kait B



Gambar 4.14 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi kait B

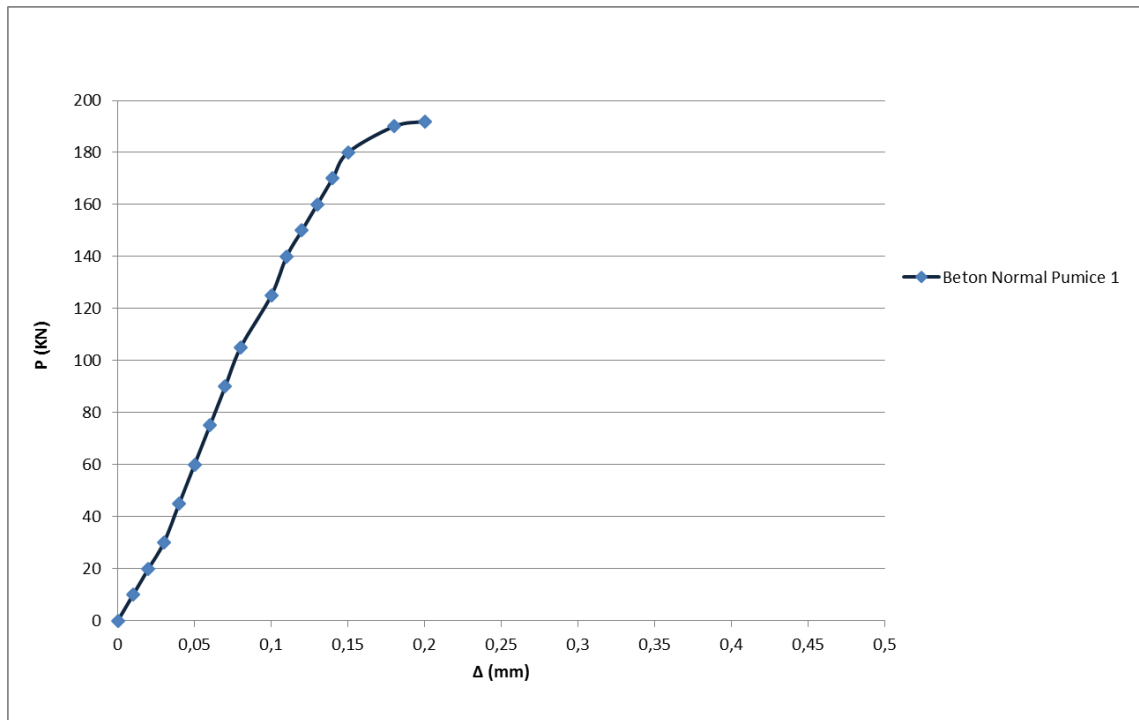
Pada grafik gabungan kait B diatas didapatkan kait B2 lebih kuat dalam menahan kuat tekan atau beban dan lebih daktail dibandingkan dengan kait B1 dan B3, dengan nilai beban maksimum sebesar 262 KN tercantum dalam tabel 4.11 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,4381 mm pada kait B2.

3. Beton Normal *Pumice*

- Beton Normal *Pumice* 1

Tabel 4.13 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice* 1

BEBAN (KN)	ΔL (mm)
0	0
10	0,01
20	0,02
30	0,03
40	0,04
50	0,04
60	0,05
70	0,06
80	0,06
90	0,07
100	0,08
110	0,08
120	0,1
130	0,1
140	0,11
150	0,12
160	0,13
170	0,14
180	0,15
190	0,18
192	0,2



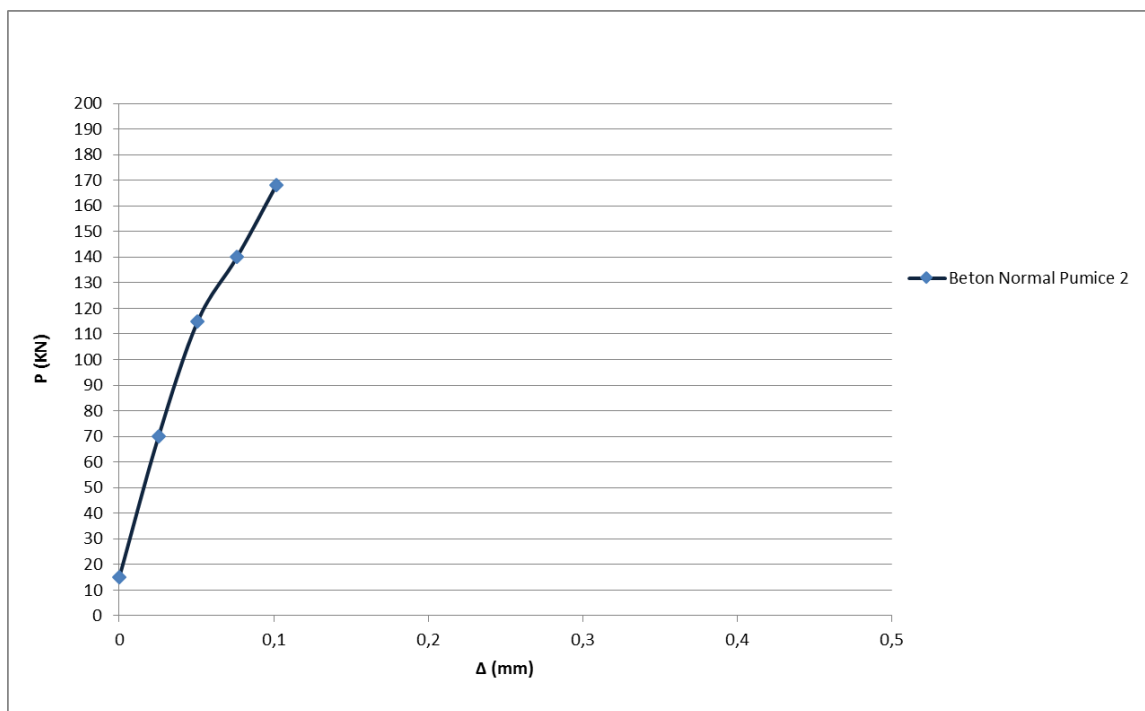
Gambar 4.15 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton Normal *Pumice 1*

Pada Beton Normal *Pumice 1* didapatkan nilai beban maksimum sebesar 192 KN tercantum dalam tabel 4.13 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,2 mm

- Beton Normal *Pumice 2*

Tabel 4.14 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 2*

BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0	0
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,001	0,0254
70	0,001	0,0254
80	0,001	0,0254
90	0,001	0,0254
100	0,001	0,0254
110	0,002	0,0508
120	0,002	0,0508
130	0,003	0,0762
140	0,003	0,0762
150	0,003	0,0762
160	0,004	0,1016
170	0,004	0,1016
174	0,004	0,1016



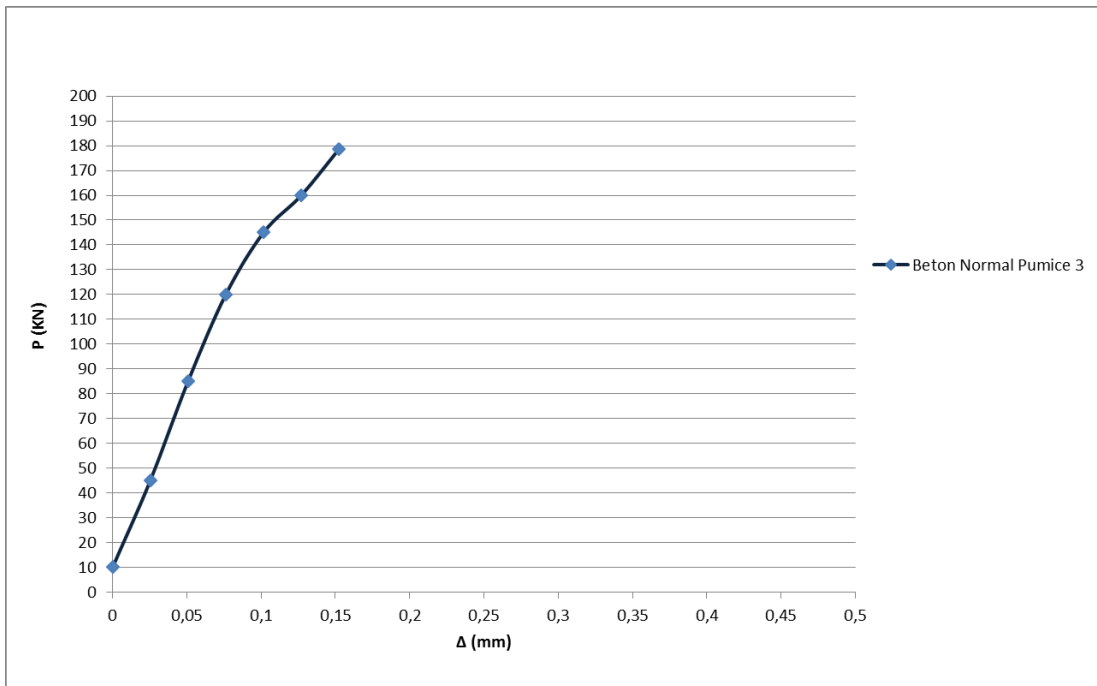
Gambar 4.16 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton Normal *Pumice 2*

Pada Beton Normal *Pumice 2* didapatkan nilai beban maksimum sebesar 174 KN tercantum dalam tabel 4.14 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1016 mm.

- Beton Normal *Pumice 3*

Tabel 4.15 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 3*

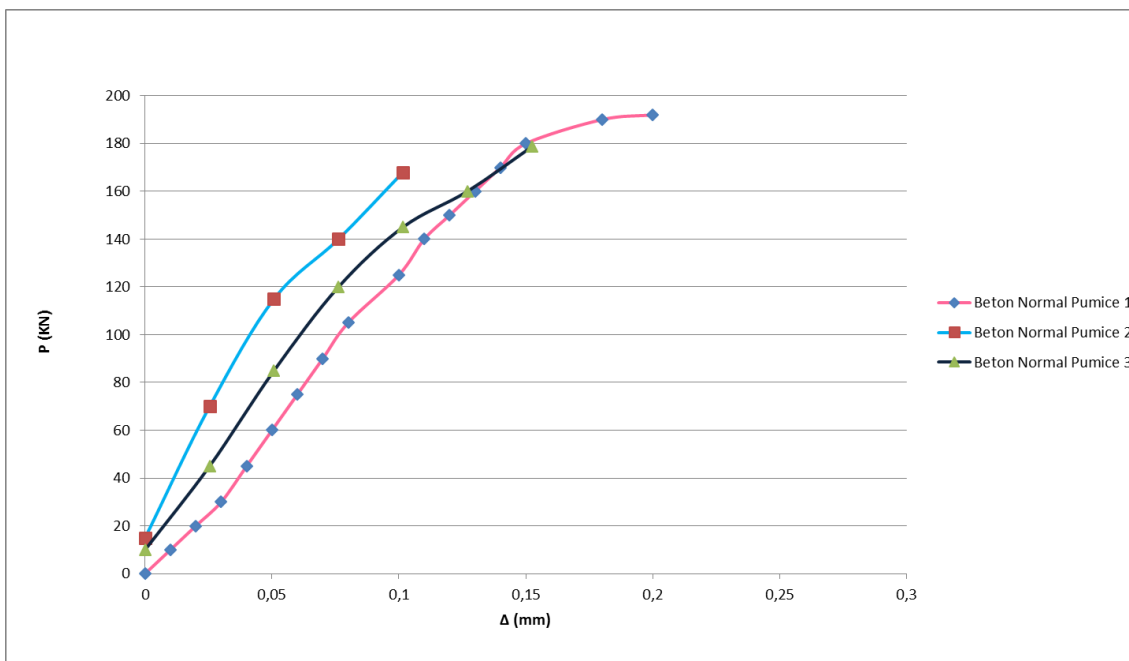
BEBAN (KN)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,001	0,0254
70	0,002	0,0508
80	0,002	0,0508
90	0,002	0,0508
100	0,002	0,0508
110	0,003	0,0762
120	0,003	0,0762
130	0,003	0,0762
140	0,004	0,1016
150	0,004	0,1016
160	0,005	0,127
170	0,006	0,1524
180	0,006	0,1524
186	0,006	0,1524



Gambar 4.17 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton Normal *Pumice 3*

Pada Beton Normal *Pumice 3* didapatkan nilai beban maksimum sebesar 186 kN tercantum dalam tabel 4.14 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1524 mm.

- Gabungan Beton Normal *Pumice*



Gambar 4.18 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton Normal *Pumice*

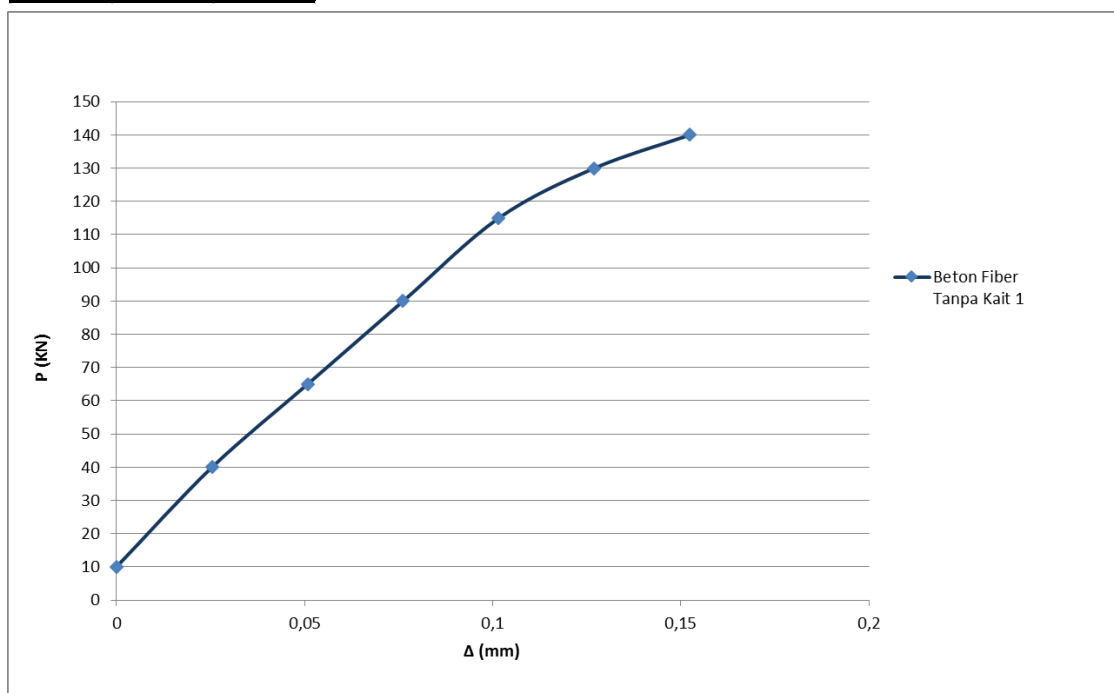
Pada grafik gabungan Beton Normal *Pumice* diatas tidak bisa gambarkan hingga dibawah kondisi P maksimum, dikarenakan data dari hasil penelitian yang tidak dapat terbaca, sehingga grafik hubungan antara beban dan deformasi yang terjadi hanya sampai beban maksimum saja, dan pada Beton Normal *Pumice* 1 didapatkan nilai P terbesar senilai 192 KN, dibandingkan dengan Beton Normal *Pumice* 2 dan 3. Serta nilai deformasi Beton Normal *Pumice* 1 tercantum dalam tabel 4.13 sebesar 0,2 mm

4. Beton Fiber Tanpa Kait

- Beton Fiber Tanpa Kait 1

Tabel 4.16 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *fiber* tanpa Kait 1

BEBAN (KN)	ΔL (inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,002	0,0508
70	0,002	0,0508
80	0,003	0,0762
90	0,003	0,0762
100	0,003	0,0762
110	0,004	0,1016
120	0,004	0,1016
130	0,005	0,127
140	0,006	0,1524



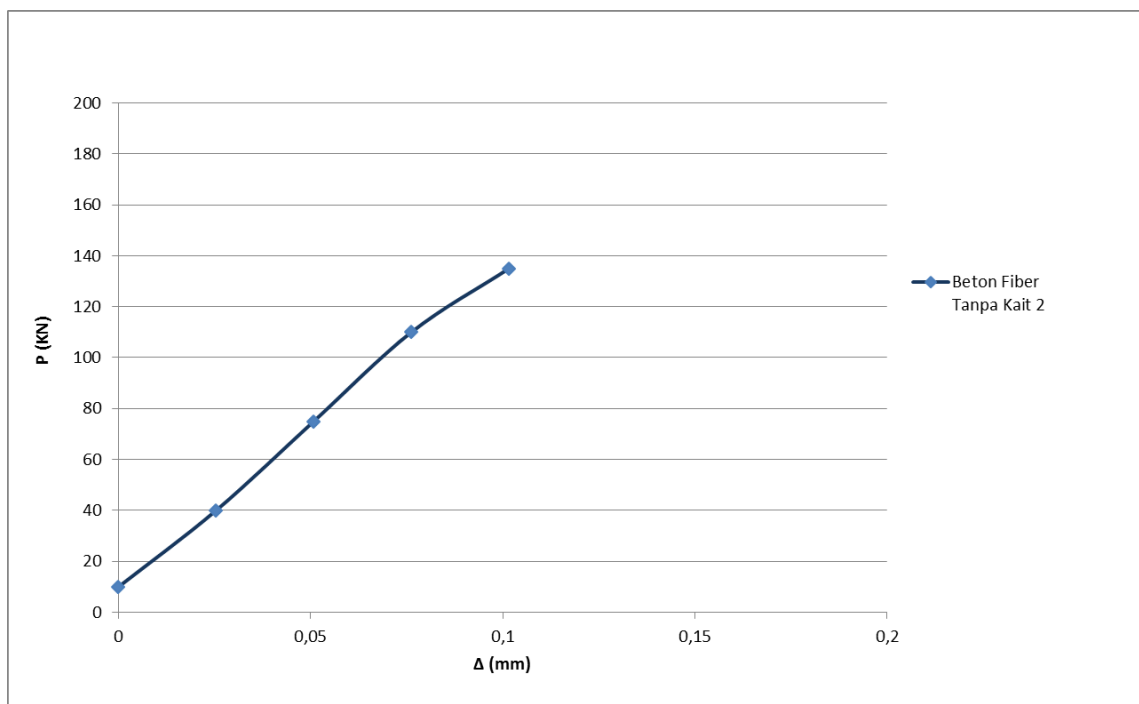
Gambar 4.19 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton *fiber* tanpa Kait 1

Pada Beton *fiber* tanpa Kait 1 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 140 KN tercantum dalam tabel 4.15 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1524 mm.

- Beton Fiber Tanpa Kait 2

Tabel 4.17 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *fiber* tanpa Kait 2

BEBAN (KN)	ΔL (inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,002	0,0508
70	0,002	0,0508
80	0,002	0,0508
90	0,002	0,0508
100	0,003	0,0762
110	0,003	0,0762
120	0,003	0,0762
130	0,004	0,1016
140	0,004	0,1016



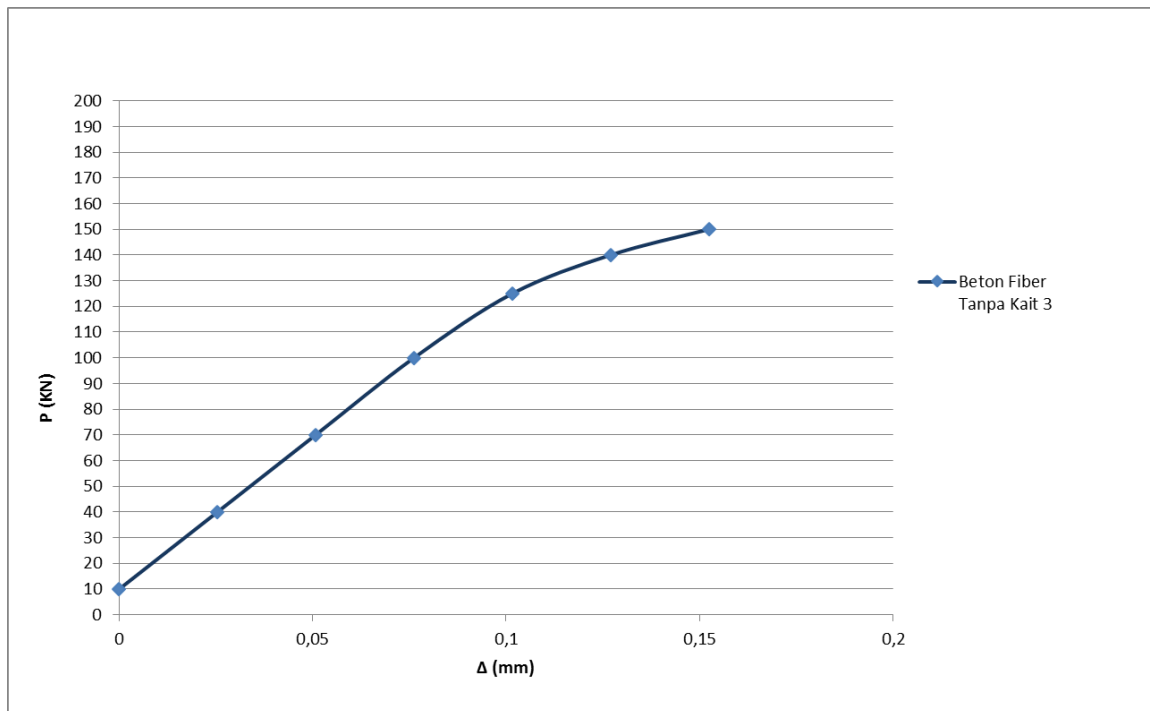
Gambar 4.20 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton *fiber* tanpa Kait 2

Pada Beton *fiber* tanpa Kait 2 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 140 KN tercantum dalam tabel 4.16 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1016 mm.

- Beton Fiber Tanpa Kait 3

Tabel 4.18 Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *fiber* tanpa Kait 3

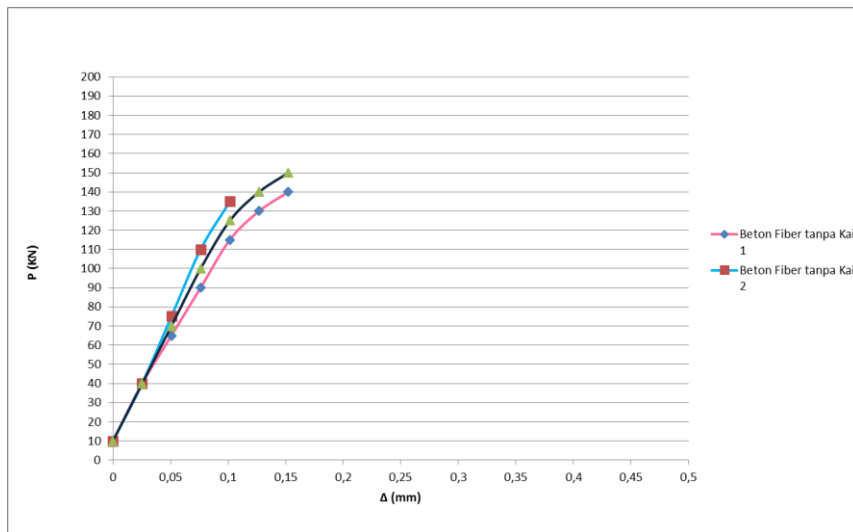
BEBAN (KN)	ΔL (inch)	ΔL (mm)
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	0,001	0,0254
40	0,001	0,0254
50	0,001	0,0254
60	0,002	0,0508
70	0,002	0,0508
80	0,002	0,0508
90	0,003	0,0762
100	0,003	0,0762
110	0,003	0,0762
120	0,004	0,1016
130	0,004	0,1016
140	0,005	0,127
150	0,006	0,1524



Gambar 4.21 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton *fiber* tanpa Kait 3

Pada Beton *fiber* tanpa Kait 3 didapatkan nilai beban maksimum sebesar 150 KN tercantum dalam tabel 4.17 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,1524 mm.

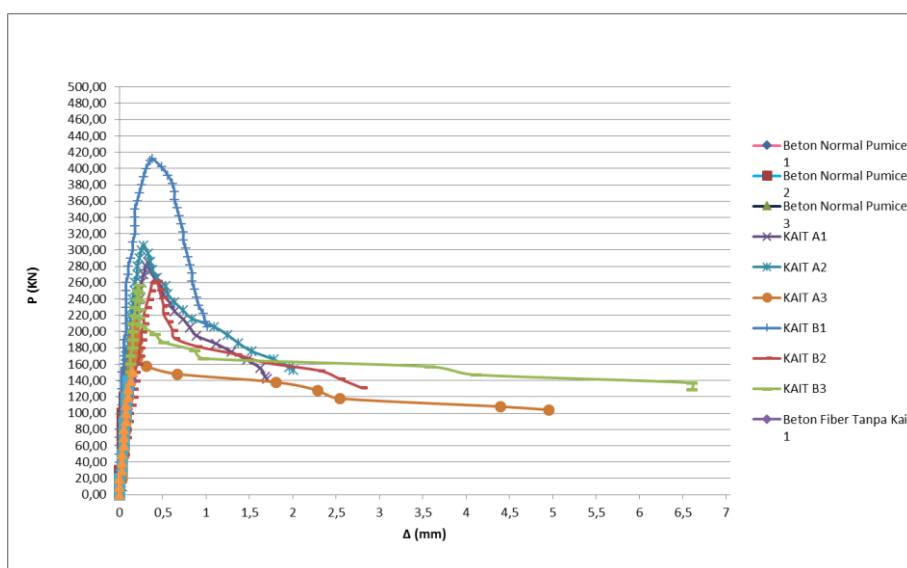
- Gabungan Beton *Fiber Tanpa Kait*



Gambar 4.22 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi Beton *Fiber Tanpa Kait*

Pada grafik gabungan Beton *Fiber Tanpa Kait* diatas tidak bisa gambarkan hingga dibawah kondisi P maksimum, dikarenakan data dari hasil penelitian yang tidak dapat terbaca, sehingga grafik hubungan antara beban dan deformasi yang terjadi hanya sampai beban maksimum saja, dan pada Beton *Fiber Tanpa Kait* 3 didapatkan nilai P terbesar senilai 150 KN, dibandingkan dengan Beton *Fiber Tanpa Kait* 1 dan 2. Serta nilai deformasi Beton *Fiber Tanpa Kait* 1 tercantum dalam tabel 4.17 sebesar 0,1524 mm.

Berikut merupakan hasil gabungan seluruh benda uji antar beban dan deformasi yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan gambar 4.20 :



Gambar 4.23 Grafik Hubungan antara beban dengan deformasi pada seluruh benda uji

Dari gambar 4.20 diatas merupakan hubungan antara beban dan deformasi yang terjadi pada seluruh benda uji, dan benda uji yang paling kuat dalam menahan beban (P) dan memiliki nilai daktilitas yang tinggi adalah kait B1, karena kait B1 mampu menahan beban maksimum sebesar 412 KN tercantum dalam tabel 4.10 dan deformasi yang dihasilkan senilai 0,381 mm dibandingkan dengan benda uji lain yang memiliki nilai deformasi 0,38 mm namun tidak akan mampu menahan beban hingga mencapai 412 KN.

4.2.3 Kekakuan pada Benda Uji

Dalam penelitian ini hasil dari gaya tekan dan deformasi akan didapatkan nilai kekakuan. Dimana nilai kekakuan pada suatu struktur merupakan bagian yang penting dan perlu diperhatikan. Kekakuan digunakan sebagai pembatas agar menjaga konstruksi untuk tidak melendut melebihi dari lendutan yang disyaratkan. Kekakuan didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk memperoleh satu unit *displacement*. Nilai kekakuan merupakan sudut kemiringan dari hubungan antara beban dan deformasi.

Nilai kekakuan didapatkan dari rumus :

$$k = \frac{P}{\Delta}$$

Dimana :

k = Kekakuan Struktur (kN/mm)

P = Gaya Tekan (kN)

Δ = Deformasi (mm)

Pada analisis data untuk mencari nilai modulus elastisitas seluruh benda uji memakai metode yang dilakukan oleh Park (1988) yakni, untuk nilai gaya tekan diambil dari 75 % nilai gaya tekan atau beban maksimum dan nilai deformasi diambil dari nilai deformasi pada saat nilai gaya tekan yang didapat 75% gaya tekan maksimum.

Tabel 4.19

Tabel data kekakuan hasil benda uji

Benda Uji	Beban Maksimum, P (N) KN	75% Beban maksimum (KN)	Δ (mm)	kekakuan (KN/mm)	kekakuan rata-rata (KN/mm)
Beton Normal Pumice 1	192	144	0,11	1309	
Beton Normal Pumice 2	174	131	0,0762	1713	1465
Beton Normal Pumice 3	186	140	0,1016	1373	
KAIT A 1	285	214	0,1778	1202	
KAIT A 2	306	230	0,1524	1506	1312
KAIT A 3	208	156	0,127	1228	
KAIT B 1	412	309	0,1524	2028	
KAIT B 2	252	189	0,254	744	1345
KAIT B 3	257	193	0,1524	1265	
BETON FIBER TANPA KAIT 1	140	105	0,1016	1033	
BETON FIBER TANPA KAIT 2	140	105	0,0762	1378	1296
BETON FIBER TANPA KAIT 3	150	113	0,0762	1476	

Contoh perhitungan kekakuan pada Beton Normal *Pumice* 1 :

Dik :

$$P_{\max} = 192 \text{ KN}$$

$$75\% P_{\max} = 75 \% \times 192 = 144 \text{ kN}$$

$$\Delta = 0,11 \text{ mm}$$

Dit : k ?

Jawab :

$$k = \frac{P}{\Delta}$$

$$k = \frac{144 \text{ kN}}{0,11 \text{ mm}}$$

$$k = 1309 \text{ kN/mm}$$

Pada tabel 4.19 didapat rekapitulasi mengenai kekakuan yang terjadi pada seluruh benda uji dan kekakuan rata-rata yang tertinggi didapat pada Beton normal *Pumice* dengan nilai 1465 KN/mm jauh lebih besar dibandingkan rata-rata benda uji yang memiliki tambahan serat kaleng didalamnya.

4.2.4 Uji Kuat Tarik Belah

Benda uji kuat tarik belah ini berupa beton silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm yang berumur 28 hari. Benda uji diletakkan pada posisi horizontal di antara dua pelat landasan mesin uji tekan. Apabila beban diberikan sepanjang sumbu, maka elemen pada diameter vertikal akan mengalami tegangan tekan vertikal dan tegangan tarik horizontal.



Gambar 4.24 Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton

Adapun perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times D} \dots\dots\dots(4 - 2)$$

dimana :

f_t = kuat tarik belah beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

L = Tinggi silinder beton (mm)

D = Diameter benda uji silinder (mm)

Contoh perhitungan :

Misal menghitung nilai kuat tarik belah I.N.A

Diketahui: $P = 108000 \text{ N}$

$L = 300 \text{ mm}$

$D = 150 \text{ mm}$

$$f_t = \frac{2 \times 108000}{\pi \times 300 \times 150} = 1,527 \text{ MPa}$$

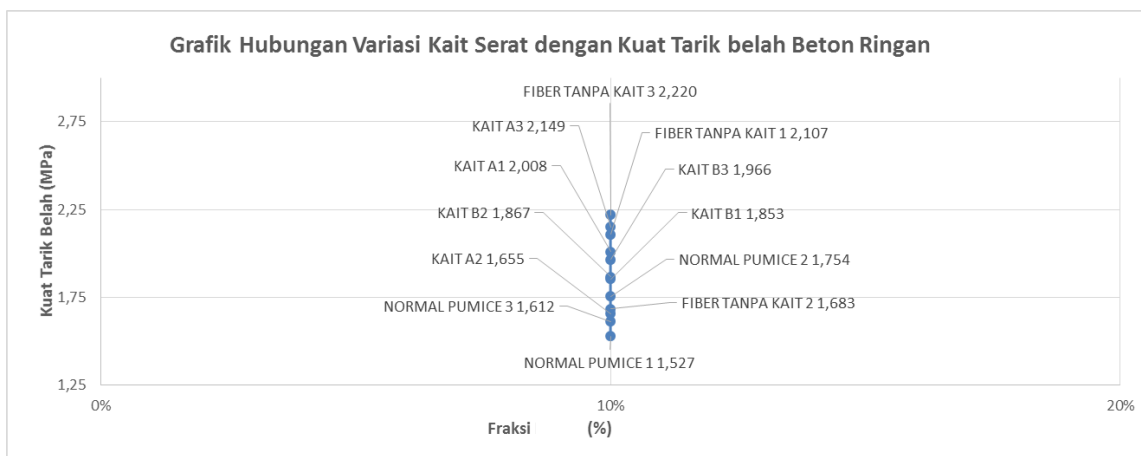
Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat selengkapnya pada tabel 4.20

Tabel 4.20

Hasil Pengujian uji kuat tarik belah (Data Asli)

Benda Uji	Beban Maksimum, P (N)	Kuat Tarik Belah(MPa)	Rata - rata
Beton Normal Pumice 1	108000	1,527	1,631
Beton Normal Pumice 2	124000	1,754	
Beton Normal Pumice 3	114000	1,612	
KAIT A 1	142000	2,008	1,937
KAIT A 2	117000	1,655	
KAIT A 3	152000	2,149	
KAIT B 1	131000	1,853	1,895
KAIT B 2	132000	1,867	
KAIT B 3	139000	1,966	
BETON FIBER TANPA KAIT 1	149000	2,107	2,003
BETON FIBER TANPA KAIT 2	119000	1,683	
BETON FIBER TANPA KAIT 3	157000	2,22	

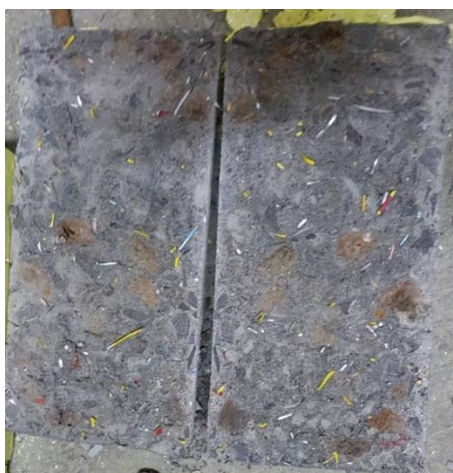
Pada tabel 4.20 bisa disimpulkan bahwa kuat tarik belah rata-rata terbesar terdapat pada *fiber* tanpa kait dengan nilai 2,003 MPa. Jika dibandingkan dengan benda uji lainnya nilai kuat tarik pada Kait A dan kait B memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal *pumice*. Serta nilai kuat tarik belah rata-rata memiliki nilai yang paling kecil yaitu senilai 1,631 Mpa. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 4.25



Gambar 4.25 Grafik Hubungan Variasi Kait Serat dengan Kuat Tarik Belah Beton Ringan

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian pada gambar 4.21 mengenai grafik hubungan variasi kait serat dengan kuat tarik belah beton ringan dapat disimpulkan bahwa *fiber* tanpa kait merupakan variasi kait serat kaleng yang lebih baik untuk mencapai nilai kuat tarik yang maksimum.

Hal ini dikarenakan bentuk fiber yang lurus ternyata yang mampu mengikat satu sama lain sehingga kuat dalam menahan kuat tarik belah. Dapat dilihat pada gambar 4.26 ketika beton telah diuji kuat tarik belah maka yang terlihat adalah ujung serat kaleng yang putus, artinya serat kaleng mampu mengikat campuran mortar dengan baik saat pengecoran sampai beton berumur 28 hari serta persebaran agregat kasar berupa batu apung yang merata.



Gambar 4.26 Gambar persebaran serat kaleng serta batu apung

Namun pada benda uji Normal *pumice* tanpa adanya tambahan fiber batu apung atau *pumice* berada pada bagian atas beton silinder sehingga tidak tercampur dengan merata diseluruh bagian beton silinder, meskipun telah diberi pelat baja sampai

pelepasan bekisting beton, untuk menekan supaya batu apung tersebut tidak naik ke permukaan atau ke atas beton silinder, dan ternyata hal itu masih terjadi pada beton normal *pumice* seperti gambar 4.27.



Gambar 4.27 Gambar persebaran batu apung

4.2.5 Uji Modulus Elastisitas (*Extensometer*)

Uji modulus elastisitas dilakukan bersamaan dengan uji kuat tekan dengan tambahan alat pembaca regangan yang disebut *extensometer*. Perubahan yang terjadi pada *dial* dibaca seiring dengan bertambahnya beban hingga benda uji mengalami keruntuhan yang artinya benda uji tidak mampu lagi menahan beban tekan yang diberikan dan saat itulah pembacaan *dial* pada *extensometer* dihentikan.

Modulus Elastisitas beton adalah kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier. Beberapa faktor yang mempengaruhi modulus elastisitas adalah kelembaban udara dan agregat penyusun beton. Dalam menghitung modulus elastisitas, peneliti mengacu pada empat jenis perhitungan modulus elastisitas, antara lain sebagai berikut :



Gambar 4.28 Proses Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Berikut merupakan hasil dari benda uji dalam pengujian Modulus Elastisitas menggunakan *extensometer* :

1. Kait A

- Kait A1

Tabel 4.21 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A1 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0,001	0,0254	0,00008
20	1,13	0,001	0,0254	0,00008
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,002	0,0508	0,00017
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,003	0,0762	0,00025
90	5,09	0,003	0,0762	0,00025
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,004	0,1016	0,00034
120	6,79	0,004	0,1016	0,00034
130	7,35	0,004	0,1016	0,00034
140	7,92	0,005	0,127	0,00042
150	8,48	0,005	0,127	0,00042
160	9,05	0,005	0,127	0,00042
170	9,62	0,006	0,1524	0,00051
180	10,18	0,006	0,1524	0,00051
190	10,75	0,006	0,1524	0,00051
200	11,31	0,007	0,1778	0,00059
210	11,88	0,007	0,1778	0,00059
220	12,44	0,008	0,2032	0,00068
230	13,01	0,008	0,2032	0,00068
240	13,58	0,009	0,2286	0,00076
250	14,14	0,009	0,2286	0,00076

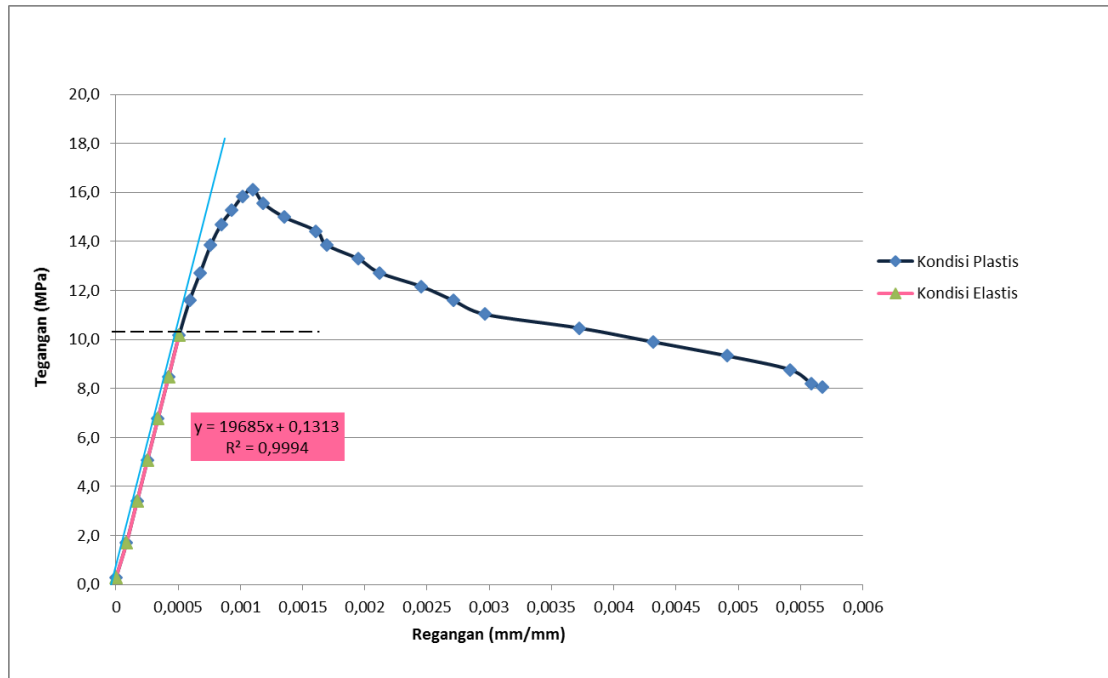
260	14,71	0,01	0,254	0,00085
270	15,27	0,011	0,2794	0,00093
280	15,84	0,012	0,3048	0,00102
285	16,12	0,013	0,3302	0,00110
275	15,56	0,014	0,3556	0,00119
265	14,99	0,016	0,4064	0,00135
255	14,42	0,019	0,4826	0,00161
245	13,86	0,02	0,508	0,00169
235	13,29	0,023	0,5842	0,00195
225	12,73	0,025	0,635	0,00212
215	12,16	0,029	0,7366	0,00246
205	11,60	0,032	0,8128	0,00271
195	11,03	0,035	0,889	0,00296
185	10,46	0,044	1,1176	0,00373
175	9,90	0,051	1,2954	0,00432
165	9,33	0,058	1,4732	0,00491
155	8,77	0,064	1,6256	0,00542
145	8,20	0,066	1,6764	0,00559
142,5	8,06	0,067	1,7018	0,00567

Tabel 4.22 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A1 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,3	0	0
1,70	0,0254	0
3,39	0,0508	0,00017
5,09	0,0762	0,00025
6,79	0,1016	0,00034
8,48	0,127	0,00042
10,18	0,1524	0,00051
11,60	0,1778	0,00059
12,73	0,2032	0,00068
13,86	0,2286	0,00076
14,71	0,25	0,00085
15,27	0,2794	0,00093
15,84	0,3048	0,00102
16,12	0,3302	0,00110
15,56	0,3556	0,00119
14,99	0,4064	0,00135
14,42	0,4826	0,00161
13,86	0,5080	0,00169

13,29	0,5842	0,00195
12,73	0,6350	0,00212
12,16	0,7366	0,00246
11,60	0,8128	0,00271
11,03	0,8890	0,00296
10,46	1,1176	0,00373
9,90	1,2954	0,00432
9,33	1,4732	0,00491
8,77	1,6256	0,00542
8,20	1,6764	0,00559
8,06	1,7018	0,00567

Data yang dipilih dari data asli adalah data yang memiliki nilai deformasi yang sama sehingga nilai reganganpun sama, dan tegangan yang memiliki nilai deformasi yang sama tadi akan dirata-rata sehingga hanya ada satu data tegangan untuk setiap data regangan.



Gambar 4.29 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait A1

Pada kait A1 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 10,18 Mpa, dan regangan 0,00051 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.22

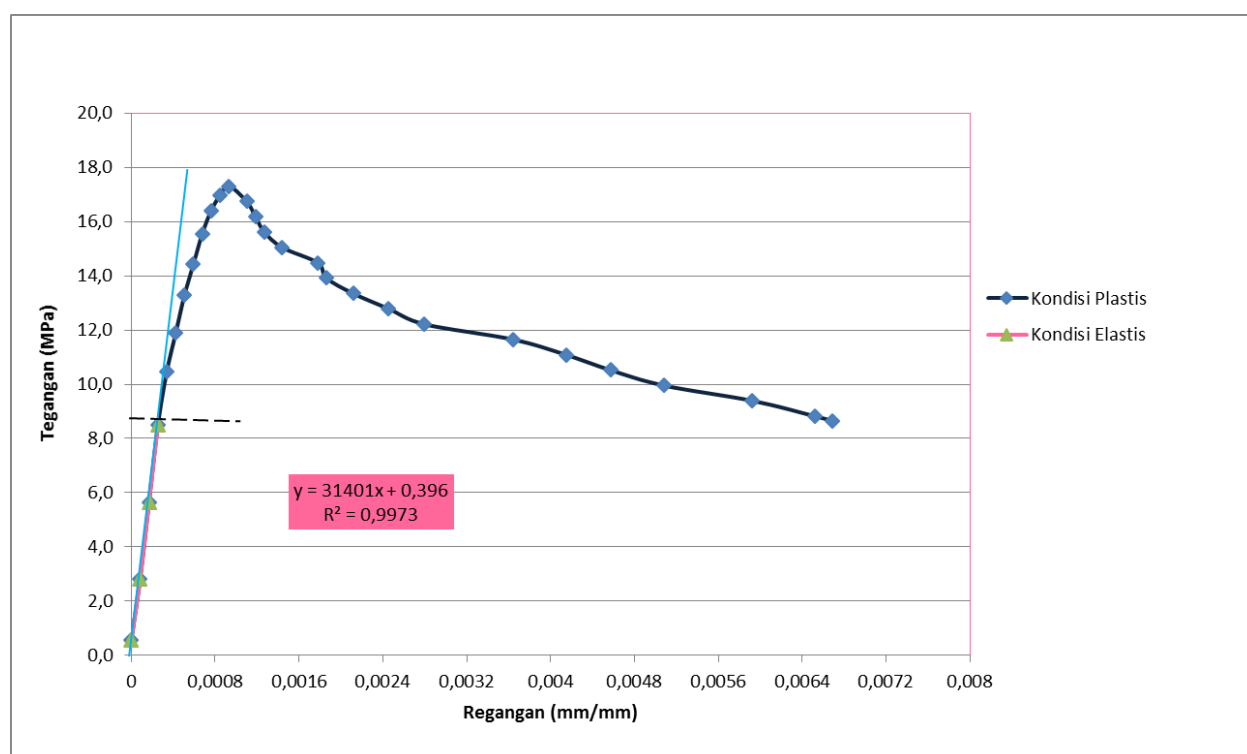
- Kait A2

Tabel 4.23 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A2 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, ΔL/L (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,001	0,0254	0,00008
70	3,96	0,001	0,0254	0,00008
80	4,53	0,002	0,0508	0,00017
90	5,09	0,002	0,0508	0,00017
100	5,66	0,002	0,0508	0,00017
110	6,22	0,002	0,0508	0,00017
120	6,79	0,002	0,0508	0,00017
130	7,35	0,003	0,0762	0,00025
140	7,92	0,003	0,0762	0,00025
150	8,48	0,003	0,0762	0,00025
160	9,05	0,003	0,0762	0,00025
170	9,62	0,003	0,0762	0,00025
180	10,18	0,004	0,1016	0,00034
190	10,75	0,004	0,1016	0,00034
200	11,31	0,005	0,127	0,00042
210	11,88	0,005	0,127	0,00042
220	12,44	0,005	0,127	0,00042
230	13,01	0,006	0,1524	0,00051
240	13,58	0,006	0,1524	0,00051
250	14,14	0,007	0,1778	0,00059
260	14,71	0,007	0,1778	0,00059
270	15,27	0,008	0,2032	0,00068
280	15,84	0,008	0,2032	0,00068
290	16,40	0,009	0,2286	0,00076
300	16,97	0,01	0,254	0,00085
306	17,31	0,011	0,2794	0,00093
296	16,74	0,013	0,3302	0,00110
286	16,18	0,014	0,3556	0,00119
276	15,61	0,015	0,381	0,00127
266	15,05	0,017	0,4318	0,00144
256	14,48	0,021	0,5334	0,00178
246	13,92	0,022	0,5588	0,00186
236	13,35	0,025	0,635	0,00212
226	12,78	0,029	0,7366	0,00246
216	12,22	0,033	0,8382	0,00279
206	11,65	0,043	1,0922	0,00364
196	11,09	0,049	1,2446	0,00415
186	10,52	0,054	1,3716	0,00457
176	9,96	0,06	1,524	0,00508
166	9,39	0,07	1,778	0,00593
156	8,82	0,077	1,9558	0,00652
153	8,65	0,079	2,0066	0,00669

Tabel 4.24 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A2 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,83	0,0254	0,00008
5,66	0,0508	0,00017
8,48	0,0762	0,00025
10,46	0,1016	0,00034
11,88	0,127	0,00042
13,29	0,1524	0,00051
14,42	0,1778	0,00059
15,56	0,2032	0,00068
16,40	0,2286	0,00076
16,97	0,254	0,00085
17,31	0,2794	0,00093
16,74	0,3302	0,00110
16,18	0,3556	0,00119
15,61	0,381	0,00127
15,05	0,4318	0,00144
14,48	0,5334	0,00178
13,92	0,5588	0,00186
13,35	0,635	0,00212
12,78	0,7366	0,00246
12,22	0,8382	0,00279
11,65	1,0922	0,00364
11,09	1,2446	0,00415
10,52	1,3716	0,00457
9,96	1,524	0,00508
9,39	1,778	0,00593
8,82	1,9558	0,00652
8,65	2,0066	0,00669

**Gambar 4.30** Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait A2

Pada kait A2 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 8,48 Mpa, dan regangan 0,00025 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.24

- Kait A3

Tabel 4.25 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A3 (Data asli)

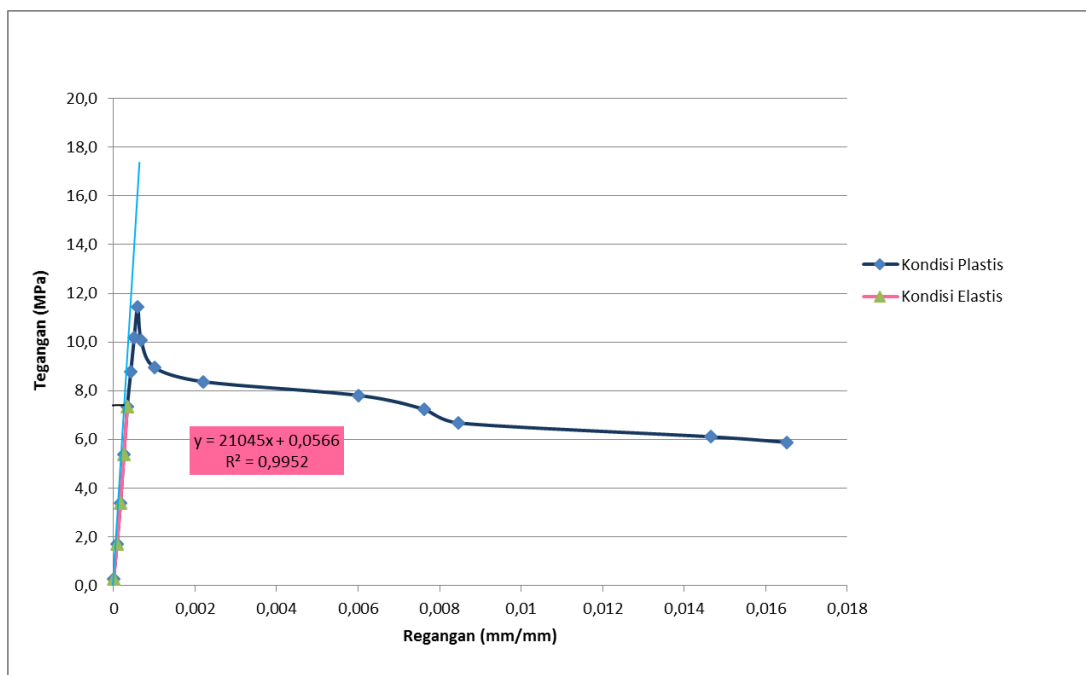
BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0,001	0,0254	0,00008
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,002	0,0508	0,00017
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,003	0,0762	0,00025
90	5,09	0,003	0,0762	0,00025
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,003	0,0762	0,00025
120	6,79	0,004	0,1016	0,00034
130	7,35	0,004	0,1016	0,00034
140	7,92	0,004	0,1016	0,00034
150	8,48	0,005	0,127	0,00042
160	9,05	0,005	0,127	0,00042
170	9,62	0,006	0,1524	0,00051
180	10,18	0,006	0,1524	0,00051

190	10,75	0,006	0,1524	0,00051
200	11,31	0,007	0,1778	0,00059
208	11,77	0,007	0,1778	0,00059
198	11,20	0,007	0,1778	0,00059
188	10,63	0,008	0,2032	0,00068
178	10,07	0,008	0,2032	0,00068
168	9,50	0,008	0,2032	0,00068
158	8,94	0,012	0,3048	0,00102
148	8,37	0,026	0,6604	0,00220
138	7,81	0,071	1,8034	0,00601
128	7,24	0,09	2,286	0,00762
118	6,67	0,1	2,54	0,00847
108	6,11	0,173	4,3942	0,01465
104	5,88	0,195	4,953	0,01651

Tabel 4.26 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait A3 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,3	0	0
1,70	0,0254	0,00008
3,39	0,0508	0,00017
5,37	0,0762	0,00025
7,35	0,1016	0,00034
8,77	0,127	0,00042
10,18	0,1524	0,00051
11,43	0,1778	0,00059
10,07	0,2032	0,00068
8,94	0,3048	0,00102
8,37	0,6604	0,00220
7,81	1,8034	0,00601
7,24	2,286	0,00762
6,67	2,54	0,00847
6,11	4,3942	0,01465
5,88	4,953	0,01651

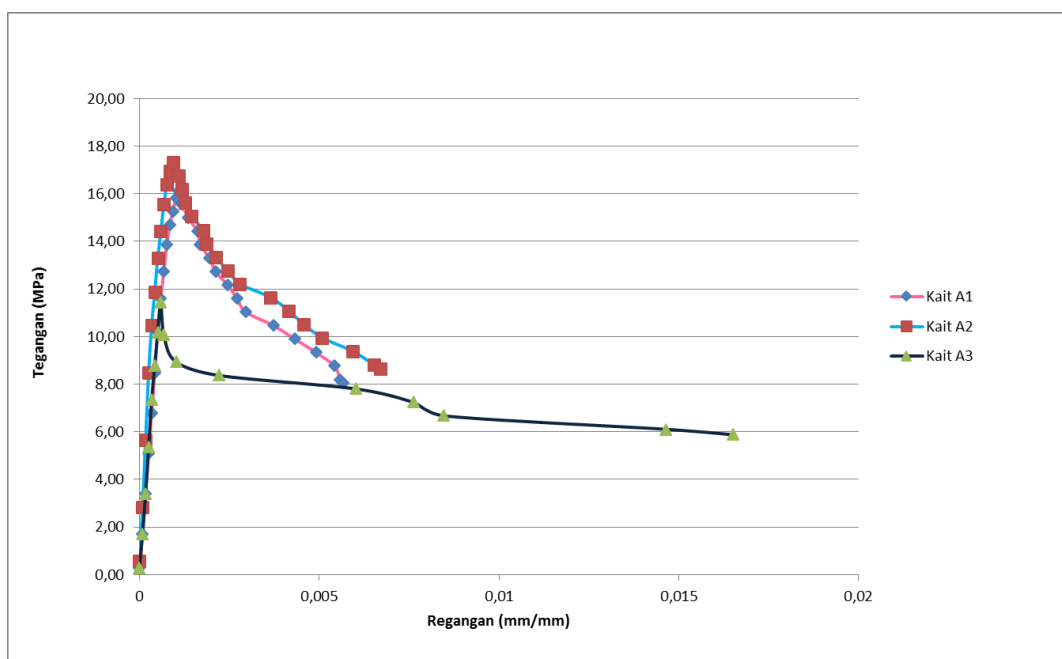
Data yang dipilih dari data asli adalah data A3 yang memiliki nilai deformasi yang sama sehingga nilai reganganpun sama, dan tegangan yang memiliki nilai deformasi yang sama tadi akan dirata-rata sehingga hanya ada satu data tegangan untuk setiap data regangan



Gambar 4.31 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait A3

Pada kait A3 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 7,35 Mpa, dan regangan 0,00034 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.26

- Gabungan Kait A



Gambar 4.32 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait A

Pada kait A2 didapatkan nilai tegangan yang paling tinggi yaitu pada tegangan 17,31 MPa. Dibandingkan dengan kait A1 dan A3.

2. Kait B

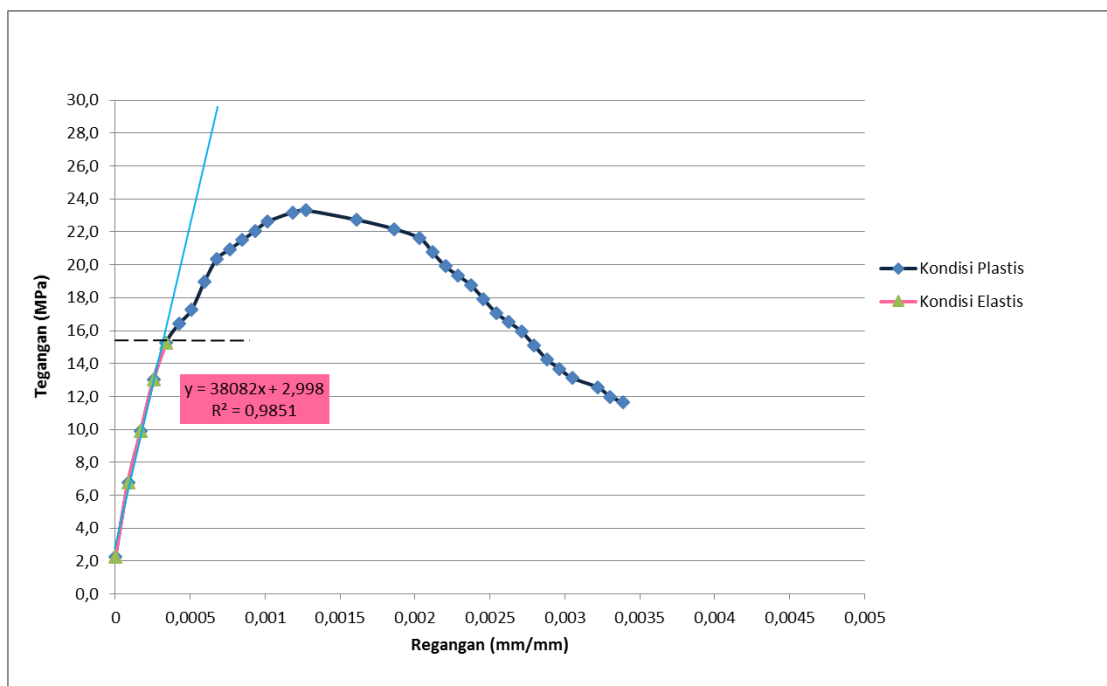
- Kait B1

Tabel 4.27 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B1 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0	0	0,00000
40	2,26	0	0	0,00000
50	2,83	0	0	0,00000
60	3,39	0	0	0,00000
70	3,96	0	0	0,00000
80	4,53	0	0	0,00000
90	5,09	0,001	0,0254	0,00008
100	5,66	0,001	0,0254	0,00008
110	6,22	0,001	0,0254	0,00008
120	6,79	0,001	0,0254	0,00008
130	7,35	0,001	0,0254	0,00008
140	7,92	0,001	0,0254	0,00008
150	8,48	0,001	0,0254	0,00008
160	9,05	0,002	0,0508	0,00017
170	9,62	0,002	0,0508	0,00017
180	10,18	0,002	0,0508	0,00017
190	10,75	0,002	0,0508	0,00017
200	11,31	0,003	0,0762	0,00025
210	11,88	0,003	0,0762	0,00025
220	12,44	0,003	0,0762	0,00025
230	13,01	0,003	0,0762	0,00025
240	13,58	0,003	0,0762	0,00025
250	14,14	0,003	0,0762	0,00025
260	14,71	0,003	0,0762	0,00025
270	15,27	0,004	0,1016	0,00034
280	15,84	0,004	0,1016	0,00034
290	16,40	0,005	0,127	0,00042
300	16,97	0,006	0,1524	0,00051
310	17,54	0,006	0,1524	0,00051
320	18,10	0,007	0,1778	0,00059
330	18,67	0,007	0,1778	0,00059
340	19,23	0,007	0,1778	0,00059
350	19,80	0,007	0,1778	0,00059
360	20,36	0,008	0,2032	0,00068
370	20,93	0,009	0,2286	0,00076
380	21,49	0,01	0,254	0,00085
390	22,06	0,011	0,2794	0,00093
400	22,63	0,012	0,3048	0,00102
410	23,19	0,014	0,3556	0,00119
412	23,31	0,015	0,381	0,00127
402	22,74	0,019	0,4826	0,00161
392	22,17	0,022	0,5588	0,00186
382	21,61	0,024	0,6096	0,00203
372	21,04	0,025	0,635	0,00212
362	20,48	0,025	0,635	0,00212
352	19,91	0,026	0,6604	0,00220
342	19,35	0,027	0,6858	0,00229
332	18,78	0,028	0,7112	0,00237
322	18,21	0,029	0,7366	0,00246
312	17,65	0,029	0,7366	0,00246
302	17,08	0,03	0,762	0,00254
292	16,52	0,031	0,7874	0,00262
282	15,95	0,032	0,8128	0,00271
272	15,39	0,033	0,8382	0,00279
262	14,82	0,033	0,8382	0,00279
252	14,25	0,034	0,8636	0,00288
242	13,69	0,035	0,889	0,00296
232	13,12	0,036	0,9144	0,00305
222	12,56	0,038	0,9652	0,00322
212	11,99	0,039	0,9906	0,00330
206	11,65	0,04	1,016	0,00339

Tabel 4.28 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B1 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
2,3	0	0
6,79	0,0254	0,00008
9,90	0,0508	0,00017
13,01	0,0762	0,00025
15,27	0,1016	0,00034
16,40	0,127	0,00042
17,25	0,1524	0,00051
18,95	0,1778	0,00059
20,36	0,2032	0,00068
20,93	0,2286	0,00076
21,49	0,254	0,00085
22,06	0,2794	0,00093
22,63	0,3048	0,00102
23,19	0,3556	0,00119
23,31	0,381	0,00127
22,74	0,4826	0,00161
22,17	0,5588	0,00186
21,61	0,6096	0,00203
20,76	0,635	0,00212
19,91	0,6604	0,00220
19,35	0,6858	0,00229
18,78	0,7112	0,00237
17,93	0,7366	0,00246
17,08	0,762	0,00254
16,52	0,7874	0,00262
15,95	0,8128	0,00271
15,10	0,8382	0,00279
14,25	0,8636	0,00288
13,69	0,889	0,00296
13,12	0,9144	0,00305
12,56	0,9652	0,00322
11,99	0,9906	0,00330
11,65	1,016	0,00339



Gambar 4.33 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait B1

Pada kait B1 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 15,27 Mpa, dan regangan 0,00034 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.28

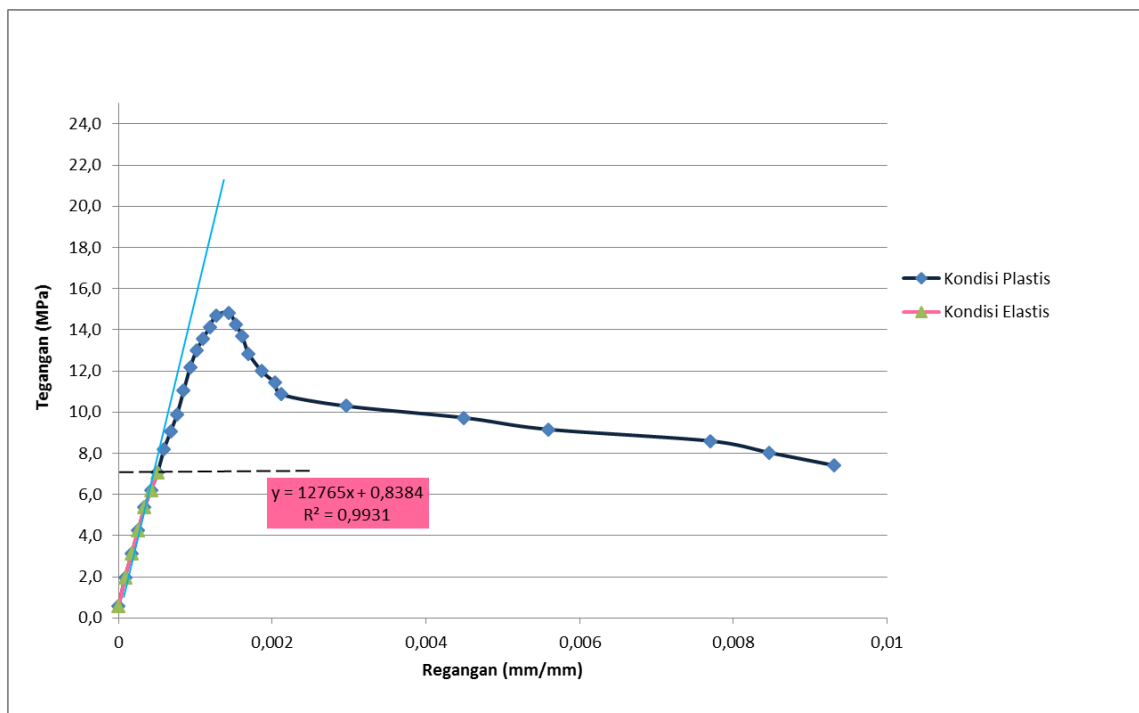
- Kait B2

Tabel 4.29 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B2 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,002	0,0508	0,00017
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,003	0,0762	0,00025
80	4,53	0,003	0,0762	0,00025
90	5,09	0,004	0,1016	0,00034
100	5,66	0,004	0,1016	0,00034
110	6,22	0,005	0,127	0,00042
120	6,79	0,006	0,1524	0,00051
130	7,35	0,006	0,1524	0,00051
140	7,92	0,007	0,1778	0,00059
150	8,48	0,007	0,1778	0,00059
160	9,05	0,008	0,2032	0,00068
170	9,62	0,009	0,2286	0,00076
180	10,18	0,009	0,2286	0,00076
190	10,75	0,01	0,254	0,00085
200	11,31	0,01	0,254	0,00085
210	11,88	0,011	0,2794	0,00093
220	12,44	0,011	0,2794	0,00093
230	13,01	0,012	0,3048	0,00102
240	13,58	0,013	0,3302	0,00110
250	14,14	0,014	0,3556	0,00119
260	14,71	0,015	0,381	0,00127
262	14,82	0,017	0,4318	0,00144
252	14,25	0,018	0,4572	0,00152
242	13,69	0,019	0,4826	0,00161
232	13,12	0,02	0,508	0,00169
222	12,56	0,02	0,508	0,00169
212	11,99	0,022	0,5588	0,00186
202	11,43	0,024	0,6096	0,00203
192	10,86	0,025	0,635	0,00212
182	10,29	0,035	0,889	0,00296
172	9,73	0,053	1,3462	0,00449
162	9,16	0,066	1,6764	0,00559
152	8,60	0,091	2,3114	0,00770
142	8,03	0,1	2,54	0,00847
131	7,41	0,11	2,794	0,00931

Tabel 4.30 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B2 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)			
0,6	0	0	13,69	0,4826	0,00161
1,98	0,0254	0,00008	12,84	0,508	0,00169
3,11	0,0508	0,00017	11,99	0,5588	0,00186
4,24	0,0762	0,00025	11,43	0,6096	0,00203
5,37	0,1016	0,00034	10,86	0,635	0,00212
6,22	0,127	0,00042	10,29	0,889	0,00296
7,07	0,1524	0,00051	9,73	1,3462	0,00449
8,20	0,1778	0,00059	9,16	1,6764	0,00559
9,05	0,2032	0,00068	8,60	2,3114	0,00770
9,90	0,2286	0,00076	8,03	2,54	0,00847
11,03	0,254	0,00085	7,41	2,794	0,00931
12,16	0,2794	0,00093			
13,01	0,3048	0,00102			
13,58	0,3302	0,00110			
14,14	0,3556	0,00119			
14,71	0,381	0,00127			
14,82	0,4318	0,00144			
14,25	0,4572	0,00152			

**Gambar 4.34** Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait B2

Pada kait B2 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 7,07 Mpa, dan regangan 0,00051 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.30

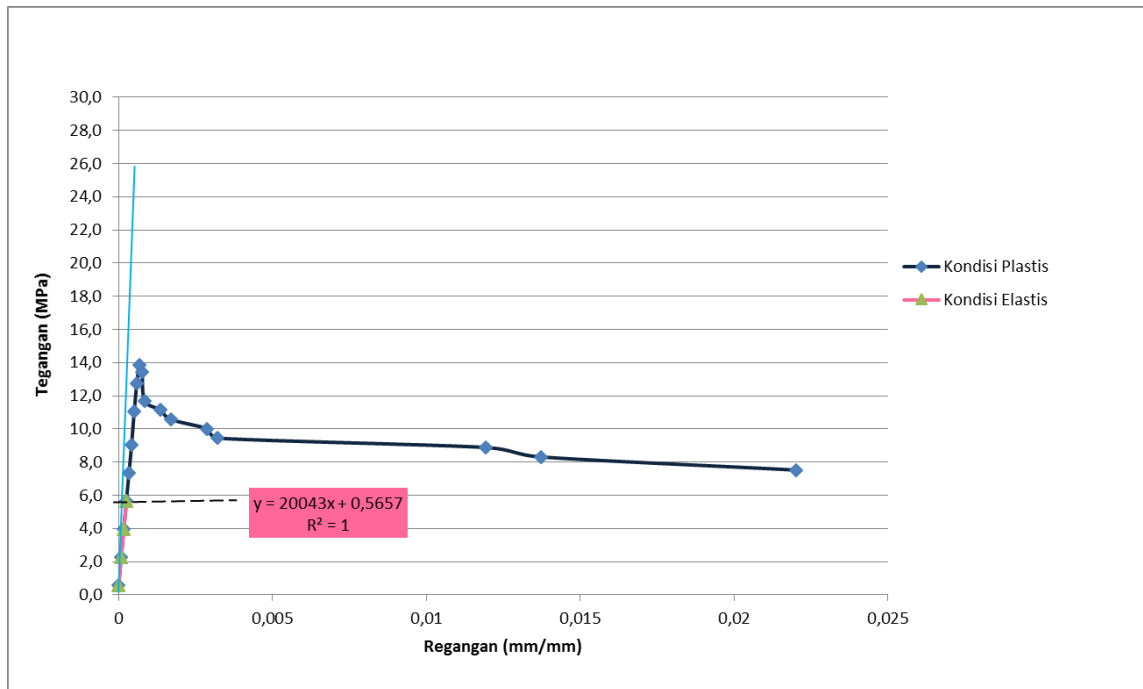
- Kait B3

Tabel 4.31 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B3 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,002	0,0508	0,00017
90	5,09	0,003	0,0762	0,00025
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,003	0,0762	0,00025
120	6,79	0,004	0,1016	0,00034
130	7,35	0,004	0,1016	0,00034
140	7,92	0,004	0,1016	0,00034
150	8,48	0,005	0,127	0,00042
160	9,05	0,005	0,127	0,00042
170	9,62	0,005	0,127	0,00042
180	10,18	0,006	0,1524	0,00051
190	10,75	0,006	0,1524	0,00051
200	11,31	0,006	0,1524	0,00051
210	11,88	0,006	0,1524	0,00051
220	12,44	0,007	0,1778	0,00059
230	13,01	0,007	0,1778	0,00059
240	13,58	0,008	0,2032	0,00068
250	14,14	0,008	0,2032	0,00068
257	14,54	0,009	0,2286	0,00076
247	13,97	0,009	0,2286	0,00076
237	13,41	0,009	0,2286	0,00076
227	12,84	0,009	0,2286	0,00076
217	12,27	0,009	0,2286	0,00076
207	11,71	0,01	0,254	0,00085
197	11,14	0,016	0,4064	0,00135
187	10,58	0,02	0,508	0,00169
177	10,01	0,034	0,8636	0,00288
167	9,45	0,038	0,9652	0,00322
157	8,88	0,141	3,5814	0,01194
147	8,32	0,162	4,1148	0,01372
137	7,75	0,26	6,604	0,02201
129	7,30	0,26	6,604	0,02201

Tabel 4.32 Hasil Pembacaan *Extensometer* Kait B3 (Data yang telah dipilih)

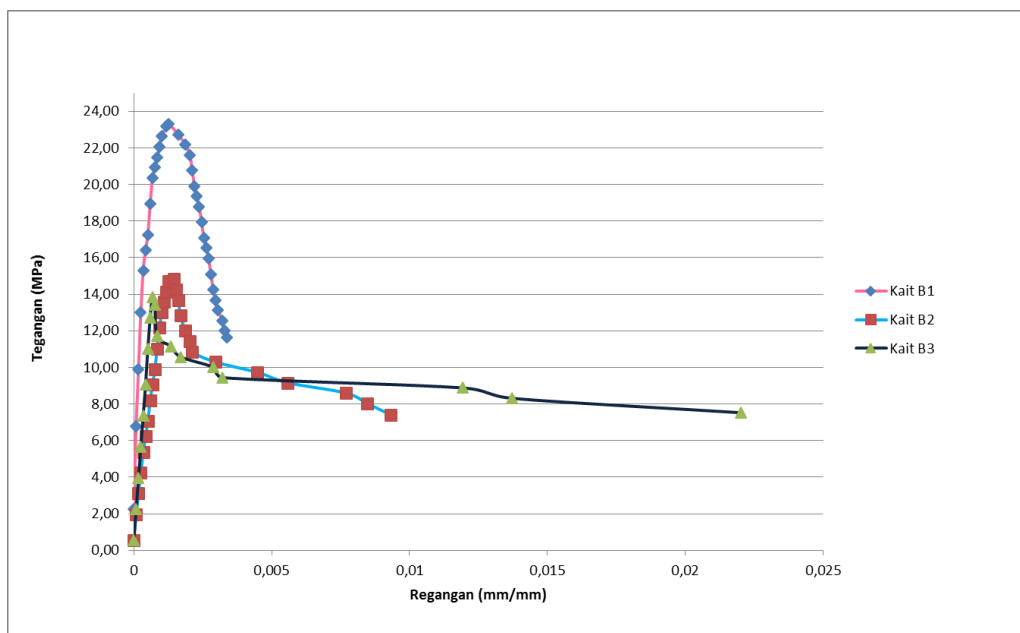
TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,26	0,0254	0,00008
3,96	0,0508	0,00017
5,66	0,0762	0,00025
7,35	0,1016	0,00034
9,05	0,127	0,00042
11,03	0,1524	0,00051
12,73	0,1778	0,00059
13,86	0,2032	0,00068
13,41	0,2286	0,00076
11,71	0,254	0,00085
11,14	0,4064	0,00135
10,58	0,508	0,00169
10,01	0,8636	0,00288
9,45	0,9652	0,00322
8,88	3,5814	0,01194
8,32	4,1148	0,01372
7,52	6,604	0,02201



Gambar 4.35 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait B3

Pada kait B3 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 5,66 Mpa, dan regangan 0,00025 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.32

- Gabungan Kait B



Gambar 4.36 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan kait B

Pada kait B1 didapatkan nilai tegangan yang paling tinggi yaitu pada tegangan 23,31 MPa. Dibandingkan dengan kait B2 dan B3.

3. Beton Normal *Pumice*

- Beton Normal *Pumice* 1

Tabel 4.33

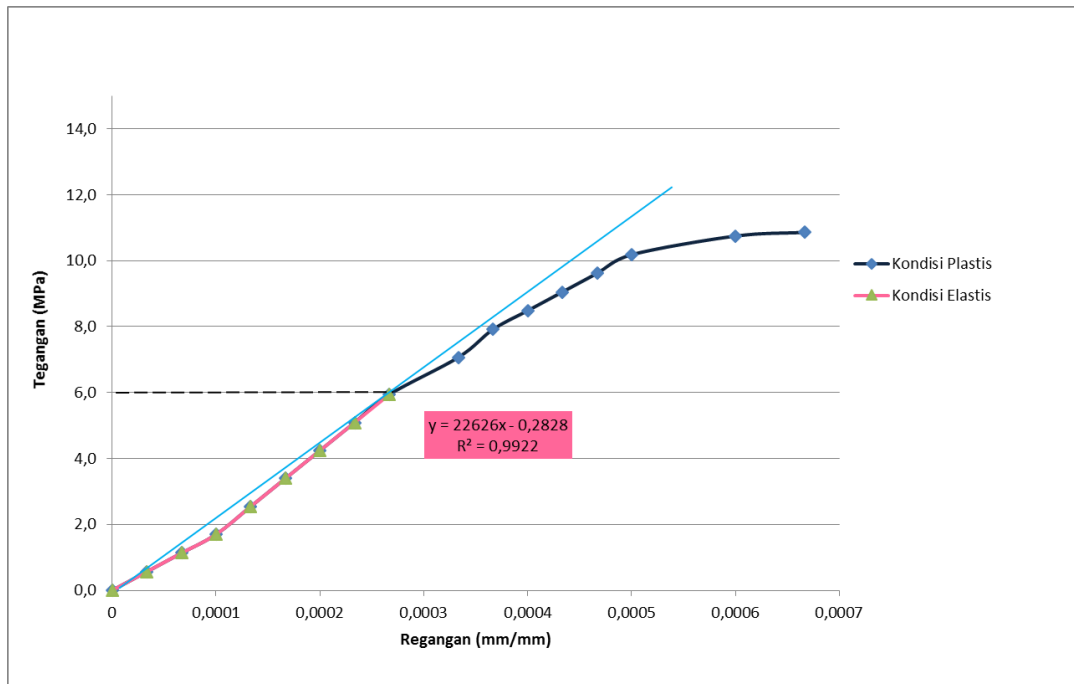
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice* 1(Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
10	0,57	0,01	0,00003
20	1,13	0,02	0,00007
30	1,70	0,03	0,00010
40	2,26	0,04	0,00013
50	2,83	0,04	0,00013
60	3,39	0,05	0,00017
70	3,96	0,06	0,00020
80	4,53	0,06	0,00020
90	5,09	0,07	0,00023
100	5,66	0,08	0,00027
110	6,22	0,08	0,00027
120	6,79	0,1	0,00033
130	7,35	0,1	0,00033
140	7,92	0,11	0,00037
150	8,48	0,12	0,00040
160	9,05	0,13	0,00043
170	9,62	0,14	0,00047
180	10,18	0,15	0,00050
190	10,75	0,18	0,00060
192	10,86	0,2	0,00067

Tabel 4.34

Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice* 1 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,0	0	0
0,57	0,01	0,00003
1,13	0,02	0,00007
1,70	0,03	0,00010
2,55	0,04	0,00013
3,39	0,05	0,00017
4,24	0,06	0,00020
5,09	0,07	0,00023
5,94	0,08	0,00027
7,07	0,1	0,00033
7,92	0,11	0,00037
8,48	0,12	0,00040
9,05	0,13	0,00043
9,62	0,14	0,00047
10,18	0,15	0,00050
10,75	0,18	0,00060
10,86	0,2	0,00067



Gambar 4.37 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton Normal *Pumice 1*

Pada Beton Normal *Pumice 1* didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 5,94 Mpa, dan regangan 0,00027 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.34

- Beton Normal *Pumice 2*

Tabel 4.35

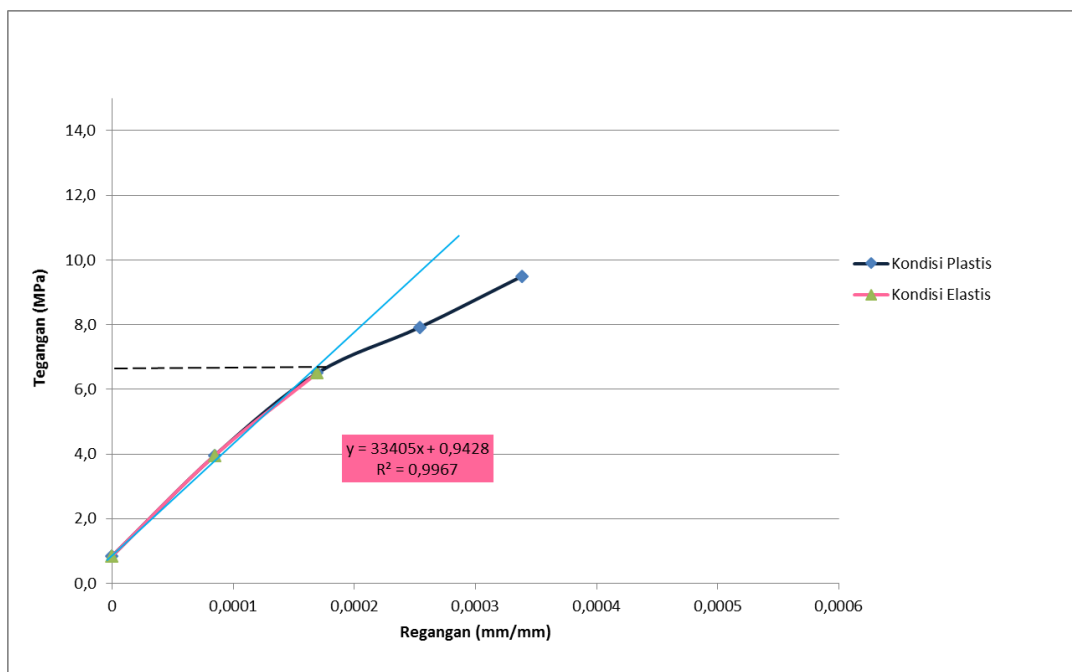
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 2* (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0	0	0,00000
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,001	0,0254	0,00008
70	3,96	0,001	0,0254	0,00008
80	4,53	0,001	0,0254	0,00008
90	5,09	0,001	0,0254	0,00008
100	5,66	0,001	0,0254	0,00008
110	6,22	0,002	0,0508	0,00017
120	6,79	0,002	0,0508	0,00017
130	7,35	0,003	0,0762	0,00025
140	7,92	0,003	0,0762	0,00025
150	8,48	0,003	0,0762	0,00025
160	9,05	0,004	0,1016	0,00034
170	9,62	0,004	0,1016	0,00034
174	9,84	0,004	0,1016	0,00034

Tabel 4.36

Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 2* (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,8	0	0
3,96	0,0254	0,00008
6,51	0,0508	0,00017
7,92	0,0762	0,00025
9,50	0,1016	0,00034

**Gambar 4.38** Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton Normal *Pumice 2*

Pada Beton Normal *Pumice 2* didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 6,51 Mpa, dan regangan 0,00017 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.36

- Beton Normal *Pumice 3*

Tabel 4.37

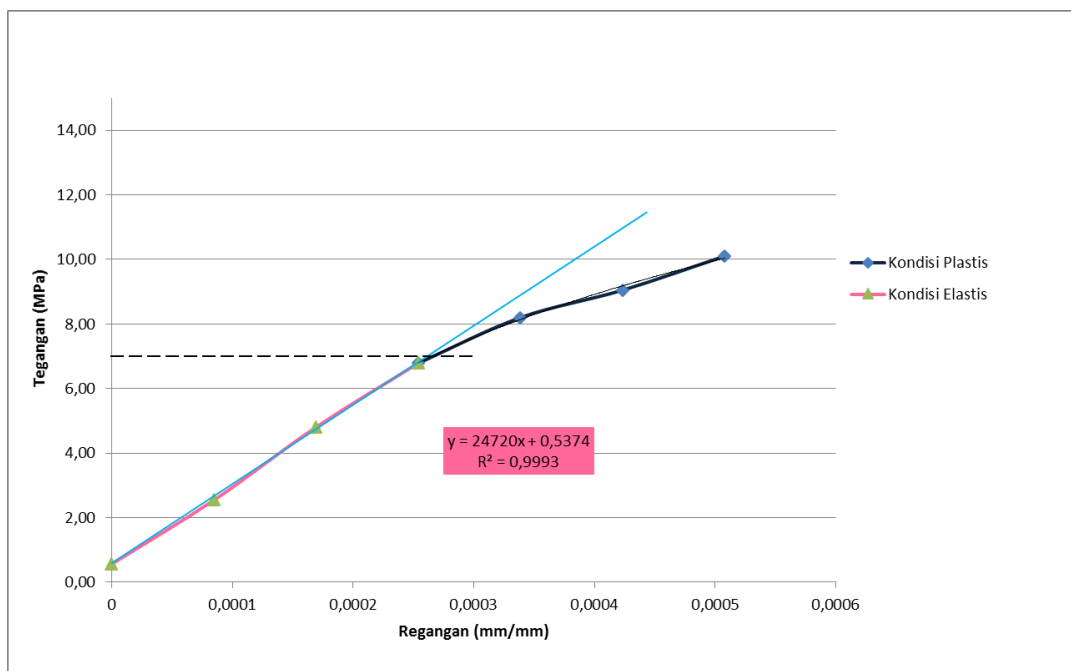
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 3* (Data asli)

BEBAN (kN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (Inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,001	0,0254	0,00008
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,002	0,0508	0,00017
90	5,09	0,002	0,0508	0,00017
100	5,66	0,002	0,0508	0,00017
110	6,22	0,003	0,0762	0,00025
120	6,79	0,003	0,0762	0,00025
130	7,35	0,003	0,0762	0,00025
140	7,92	0,004	0,1016	0,00034
150	8,48	0,004	0,1016	0,00034
160	9,05	0,005	0,127	0,00042
170	9,62	0,006	0,1524	0,00051
180	10,18	0,006	0,1524	0,00051
186	10,52	0,006	0,1524	0,00051

Tabel 4.38

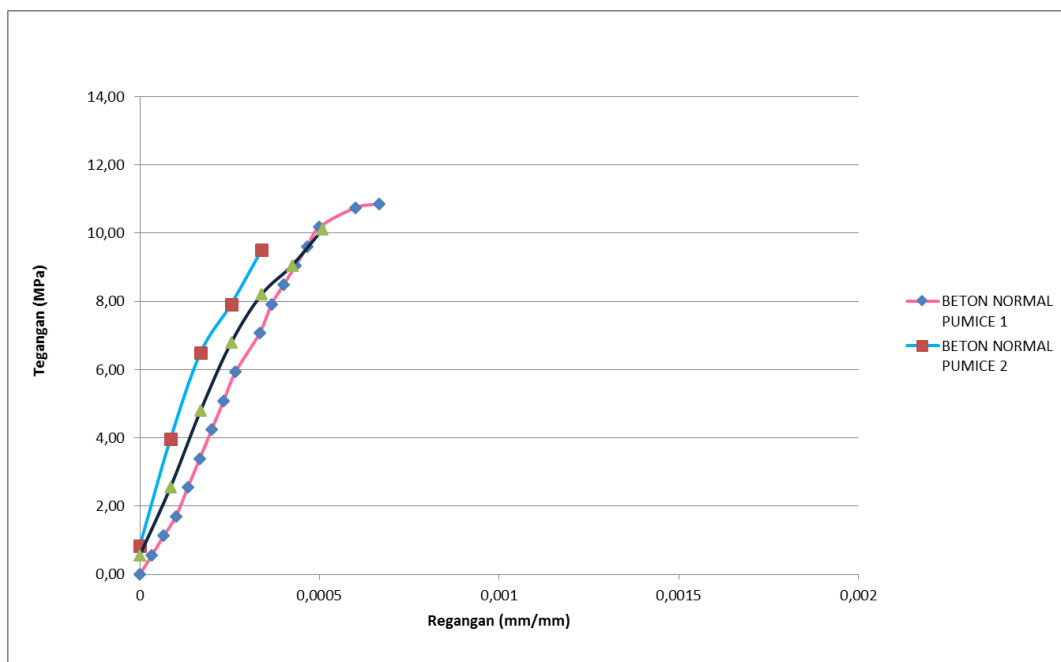
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton Normal *Pumice 3* (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,55	0,0254	0,00008
4,81	0,0508	0,00017
6,79	0,0762	0,00025
8,20	0,1016	0,00034
9,05	0,127	0,00042
10,11	0,1524	0,00051

**Gambar 4.39** Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton Normal *Pumice 3*

Pada Beton Normal *Pumice 2* didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 6,79 Mpa, dan regangan 0,00025 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.38

- Gabungan Beton Normal *Pumice*



Gambar 4.40 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton Normal *Pumice*

Pada grafik gabungan Beton Normal *Pumice* diatas tidak bisa gambarkan hingga dibawah kondisi P maksimum, dikarenakan data dari hasil penelitian yang tidak dapat terbaca, sehingga grafik hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi hanya sampai beban maksimum saja, dan pada Beton Normal *Pumice* 1 didapatkan nilai tegangan terbesar senilai 10,86 MPa, dibandingkan dengan Beton Normal *Pumice* 2 dan 3.

4. Beton *Fiber* tanpa Kait

- Beton *Fiber* tanpa Kait 1

Tabel 4.39

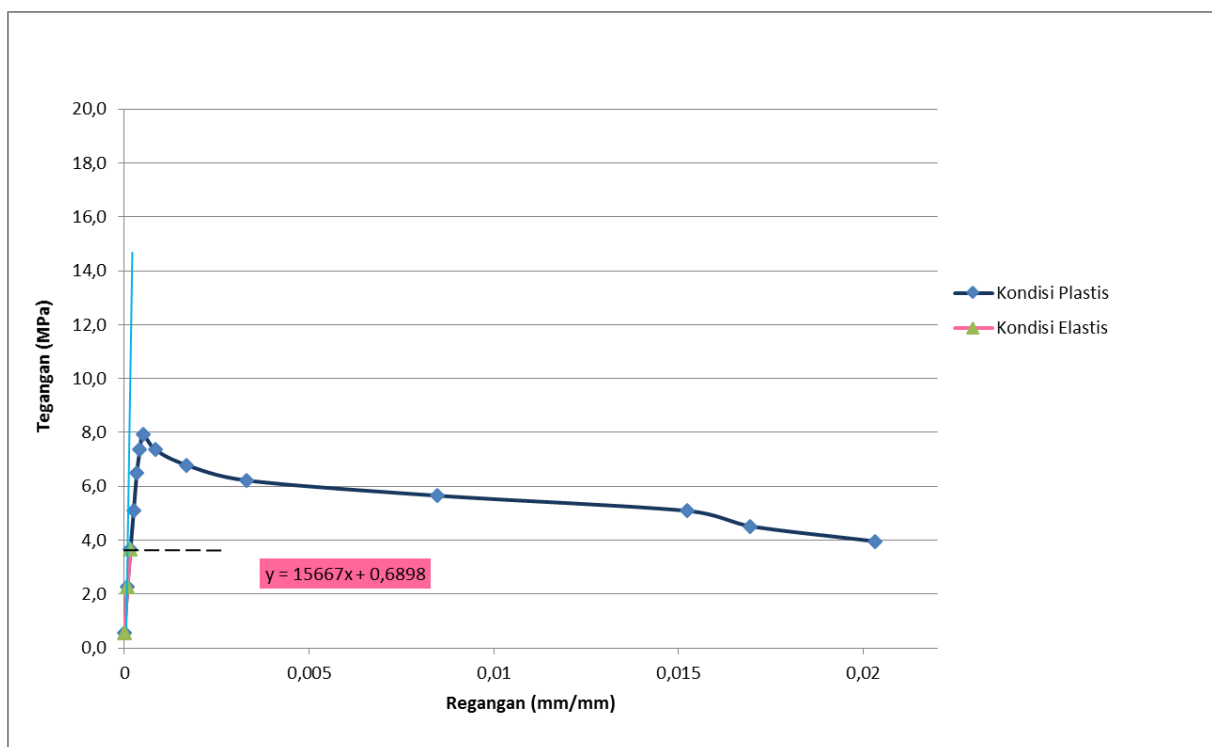
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 1 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,003	0,0762	0,00025
90	5,09	0,003	0,0762	0,00025
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,004	0,1016	0,00034
120	6,79	0,004	0,1016	0,00034
130	7,35	0,005	0,127	0,00042
140	7,92	0,006	0,1524	0,00051
130	7,35	0,01	0,254	0,00085
120	6,79	0,02	0,508	0,00169
110	6,22	0,039	0,9906	0,00330
100	5,66	0,1	2,54	0,00847
90	5,09	0,18	4,572	0,01524
80	4,53	0,2	5,08	0,01693
70	3,96	0,24	6,096	0,02032

Tabel 4.40

Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 1 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,26	0,0254	0,00008
3,68	0,0508	0,00017
5,09	0,0762	0,00025
6,51	0,1016	0,00034
7,35	0,127	0,00042
7,92	0,1524	0,00051
7,35	0,254	0,00085
6,79	0,508	0,00169
6,22	0,9906	0,00330
5,66	2,54	0,00847
5,09	4,572	0,01524
4,53	5,08	0,01693
3,96	6,096	0,02032



Gambar 4.41 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton *Fiber* tanpa Kait 1

Pada Beton Beton *Fiber* tanpa Kait 1 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 3,68 Mpa, dan regangan 0,00017 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.40

- Beton *Fiber* tanpa Kait 2

Tabel 4.41

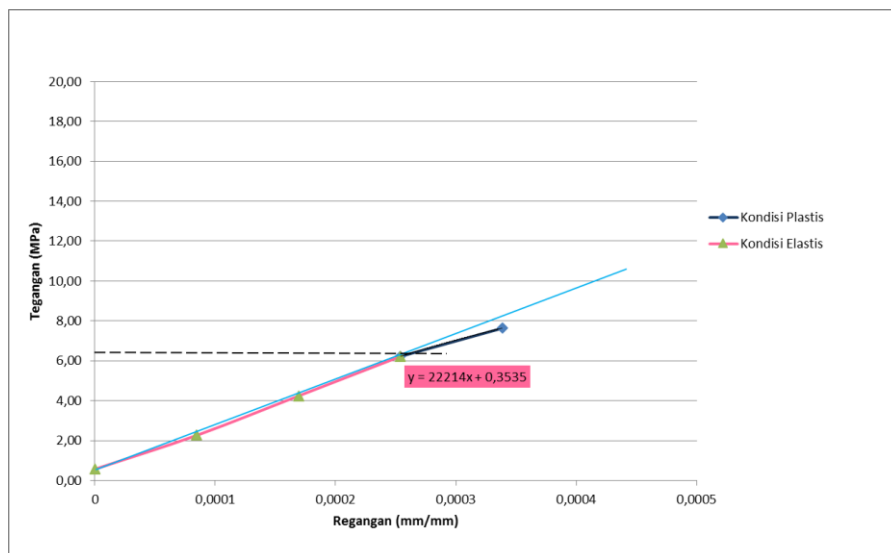
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 2 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,002	0,0508	0,00017
90	5,09	0,002	0,0508	0,00017
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,003	0,0762	0,00025
120	6,79	0,003	0,0762	0,00025
130	7,35	0,004	0,1016	0,00034
140	7,92	0,04	1,016	0,00339

Tabel 4.42

Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 2 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,26	0,0254	0,00008
4,24	0,0508	0,00017
6,22	0,0762	0,00025
7,64	0,1016	0,00034



Gambar 4.42 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton *Fiber* tanpa Kait 2

Pada Beton Beton *Fiber* tanpa Kait 2 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 6,22 Mpa, dan regangan 0,00025 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.42

- Beton *Fiber* tanpa Kait 3

Tabel 4.43

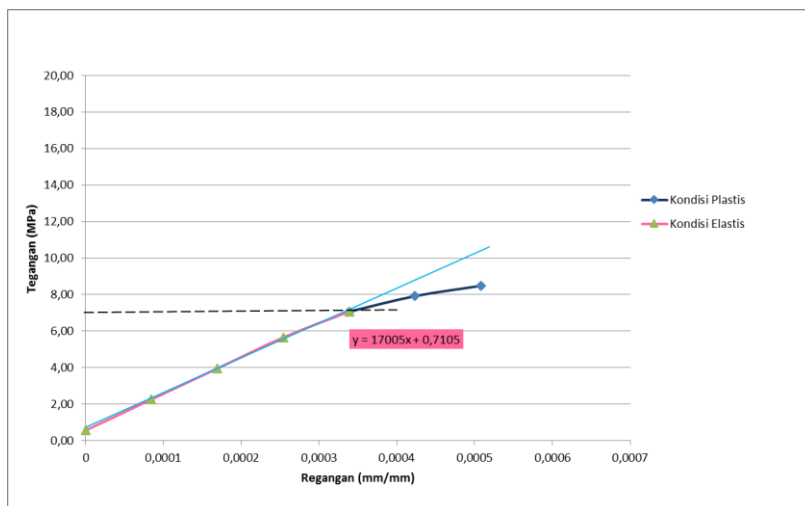
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 3 (Data asli)

BEBAN (KN)	TEGANGAN (MPa)	ΔL (inch)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0	0
10	0,57	0	0	0,00000
20	1,13	0	0	0,00000
30	1,70	0,001	0,0254	0,00008
40	2,26	0,001	0,0254	0,00008
50	2,83	0,001	0,0254	0,00008
60	3,39	0,002	0,0508	0,00017
70	3,96	0,002	0,0508	0,00017
80	4,53	0,002	0,0508	0,00017
90	5,09	0,003	0,0762	0,00025
100	5,66	0,003	0,0762	0,00025
110	6,22	0,003	0,0762	0,00025
120	6,79	0,004	0,1016	0,00034
130	7,35	0,004	0,1016	0,00034
140	7,92	0,005	0,127	0,00042
150	8,48	0,006	0,1524	0,00051

Tabel 4.44

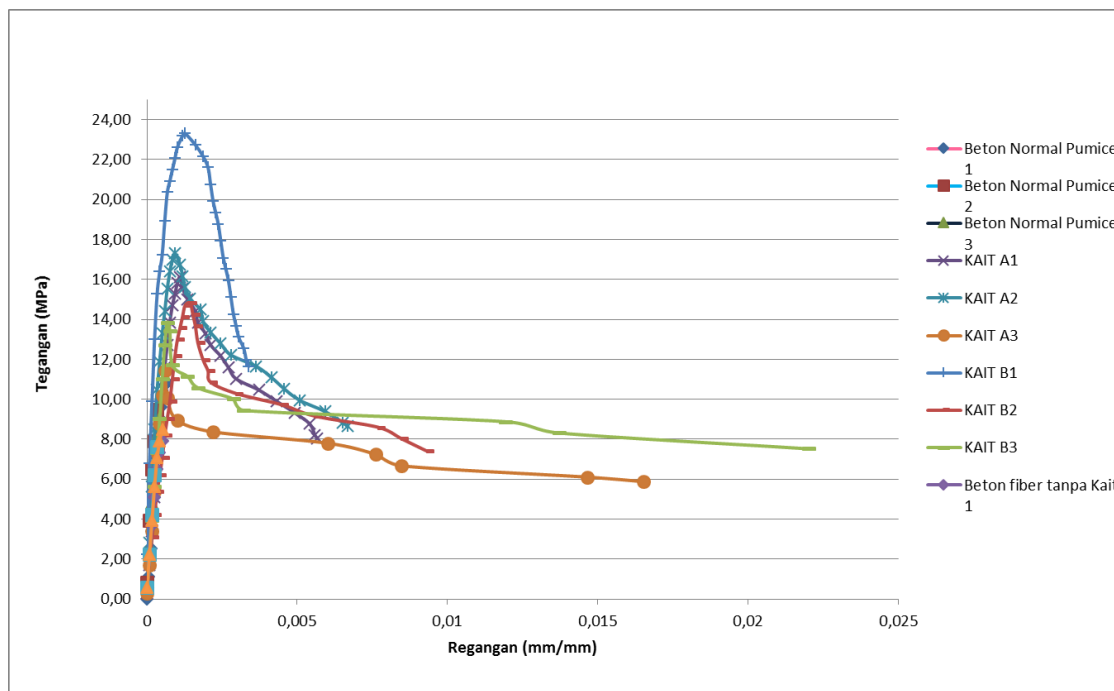
Hasil Pembacaan *Extensometer* Beton *Fiber* tanpa Kait 3 (Data yang telah dipilih)

TEGANGAN (MPa)	ΔL (mm)	Regangan, $\Delta L/L$ (mm/mm)
0,6	0	0
2,26	0,0254	0,00008
3,96	0,0508	0,00017
5,66	0,0762	0,00025
7,07	0,1016	0,00034
7,92	0,127	0,00042
8,48	0,1524	0,00051

**Gambar 4.43** Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan Beton *Fiber* tanpa Kait 3

Pada Beton Beton *Fiber* tanpa Kait 3 didapatkan nilai batas elastis yaitu pada tegangan 7,07 Mpa, dan regangan 0,00034 mm/mm dapat dilihat pada tabel 4.44

Berikut merupakan hasil gabungan seluruh benda uji antar tegangan dan regangan yang dihasilkan dari pengujian *extensometer* bersama dengan kuat tekan gambar 4.38 :



Gambar 4.44 Grafik Hubungan antara tegangan dan regangan pada seluruh benda uji

Dari gambar 4.38 diatas merupakan hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada seluruh benda uji, dan benda uji yang memiliki nilai tegangan dan daktilitas yang tinggi adalah kait B1, karena kait B1 memiliki nilai tegangan tertinggi dan mampu menciptakan regangan yang sama dengan benda uji lain saat kait B1 memiliki tegangan 23,31 MPa dan benda uji lainnya <23,31 MPa, tegangan kait B1 tercantum dalam tabel 4.28 berikut merupakan metode dalam mencari modulus elastisitas :

1. Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan rumus Eurocode 2 (1992) atau Wang dan Salmon

Menurut Wang dan Salmon digunakan rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai beton sebagai berikut :

$$E_c = \frac{0.4 \times f_{max}}{\epsilon} \dots\dots\dots(4 - 4)$$

Dimana :

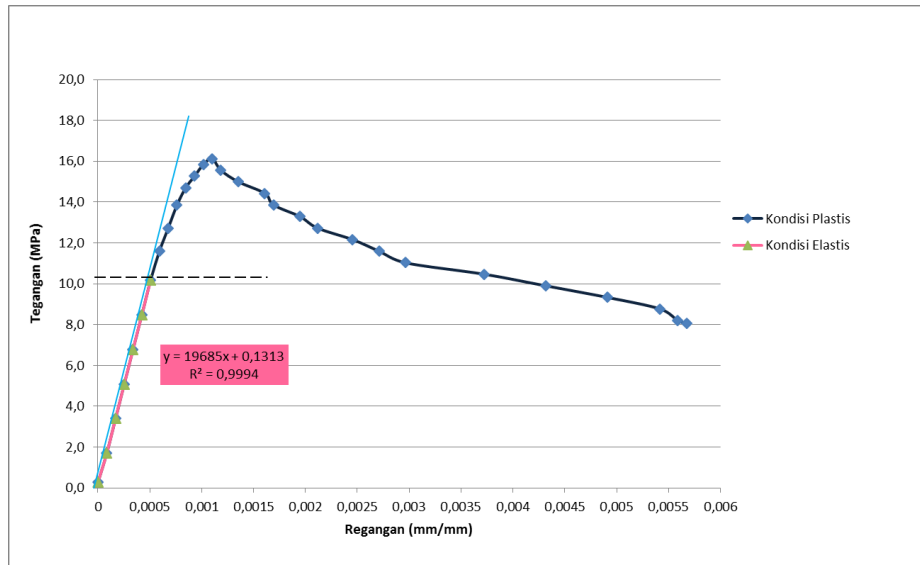
E_c = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

f_{max} = tegangan beton maksimum (MPa)

ε = regangan beton

Contoh perhitungan :

- Misal menghitung nilai modulus elastisitas pada benda uji KAIT A1
- Lihat data pembacaan *extensometer* terdapat pada lampiran
- Plot grafik hasil pembacaan data extensometer pada gambar 4.45



Gambar 4.45 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan KAIT A1

- Dari grafik hubungan tegangan dan regangan di atas, dibuat garis bantu linier yang bersinggungan dengan grafik tersebut sehingga diperoleh batas elastis yang terletak pada tegangan sebesar 10,18 MPa dan regangan sebesar 0.00005

- Menghitung nilai $0,4f^c = 0,4 \times 16,12 = 6,448$ MPa
- Menghitung nilai regangan (ε) saat 10,18 MPa dengan menggunakan persamaan garis yang terdapat pada gambar 4.45

$$y = 19685x + 0,1313$$

$$10,18 = 19685x + 0,1313$$

$$x = 0.000508 \rightarrow \text{nilai regangan saat } 0.4f^c$$

- Menghitung nilai elastisitas dengan menggunakan rumus Eurocode 2 :

$$E_c = \frac{10,18}{0.000508} = 20094,144 \text{ MPa}$$

Berikut hasil pengujian moduus elastisitas dengan menggunakan cara Wang dan Salmon (1986) dapat dilihat pada tabel 4.45

Tabel 4.45

Hasil pengujian uji modulus elastisitas menurut Eurocode 2 atau Wang dan Salmon

No	Kode Benda Uji	f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)	
1	KAIT A	KAIT A 1	16,121	20094,144	0,000508	10,1818
2		KAIT A 2	17,309	33305,946	0,000254	8,4848
3		KAIT A 3	11,426	21301,179	0,000423	8,7677
4	KAIT B	KAIT B 1	23,305	56135,364	0,000339	15,2727
5		KAIT B 2	14,820	14867,720	0,000508	7,0707
6		KAIT B 3	13,406	22202,990	0,000254	5,6566
7	BETON NORMAL	NORMAL PUMICE 1	10,861	24201,458	0,000267	5,9394
8		NORMAL PUMICE 2	9,503	43923,520	0,000169	6,5051
9		NORMAL PUMICE 3	10,106	28338,693	0,000254	6,7879
10	BETON FIBER 10% TANPA KAIT	FIBER TANPA KAIT 1	7,919	20028,434	0,000169	3,6768
11		FIBER TANPA KAIT 2	7,636	25004,389	0,000254	6,2222
12		FIBER TANPA KAIT 3	8,485	21507,450	0,000339	7,0707

2. Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan rumus ASTM C-469

Perhitungan Modulus Elastisitas berdsarkan rumus ASTM C-469 ini disebut juga modulus chord. Adapun perhitungan modulus elastisitas chord (*chord modul*) adalah sebagai berikut :

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_c - 0.00005} \dots\dots\dots(4 - 5)$$

dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)

S_2 = Tegangan sebesar 0.4 f'c

S_1 = Tegangan yang bersesuaian dengan regangan arah longitudinal sebesar 0.00005

ϵ_c = Regangan longitudinal akibat Tegangan S_2

Contoh perhitungan :

- Misal menghitung nilai modulus elastisitas pada benda uji KAIT B2
- Grafik hasil pembacaan dial extensometer dapat dilihat pada gambar 4.46

$$-S_2 = 0.4f'_c = 0.4 \times 14,82 = 5,9281 \text{ MPa}$$

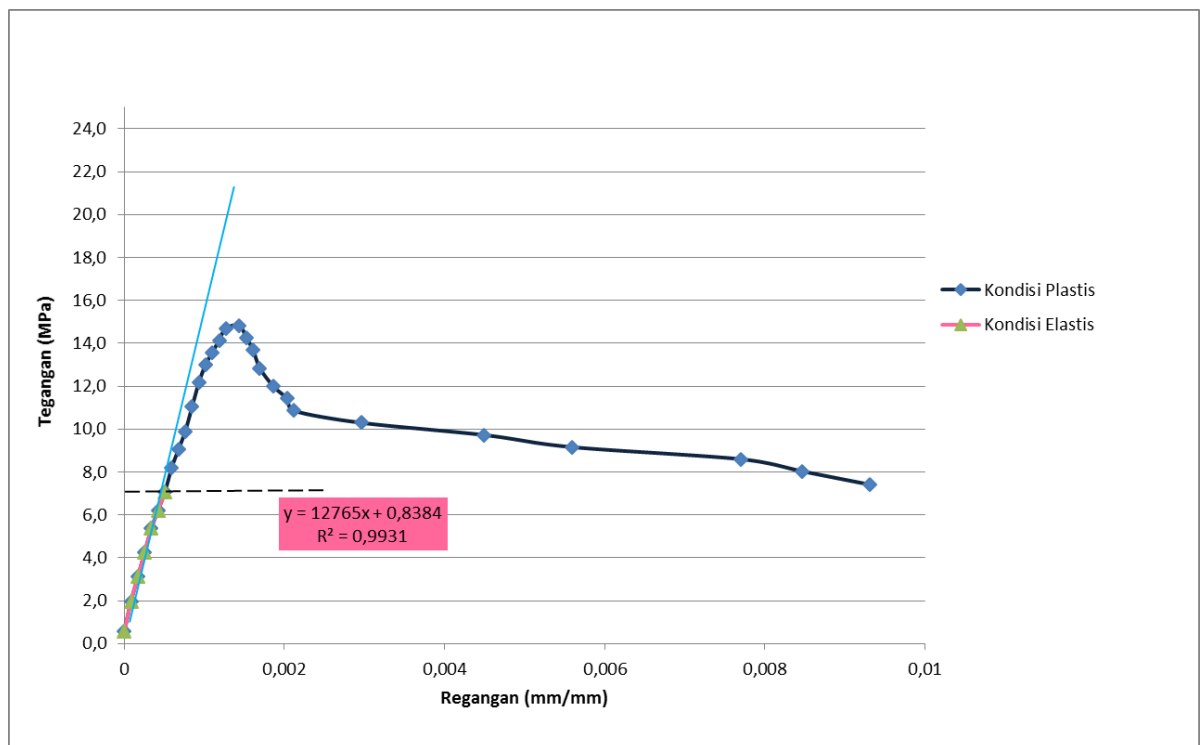
$$\begin{aligned} -S_1 = y &= 12765x + 0,8384 \\ &= 12765(0,00005) + 0,8384 \\ &= 1,477 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\epsilon_c = x \rightarrow y &= 12765x + 0,8384 \\ 5,9281 &= 12765x + 0,8384 \end{aligned}$$

$$x = 0.0003987$$

- Menghitung nilai elastisitas dengan menggunakan rumus ASTM C-469 :

$$E_c = \frac{14,82 - 1,477}{0.0003987 - 0.00005} = 12765 \text{ MPa}$$



Gambar 4.46 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan KAIT B2

Berikut hasil pengujian moduus elastisitas dengan menggunakan rumus ASTM C-469 dapat dilihat pada tabel 4.46

Tabel 4.46

Hasil pengujian uji modulus elastisitas menurut rumus ASTM C-469

No	Kode Benda Uji		f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)
1	KAIT A	KAIT A 1	16,121	19610,44	0,000508	10,1818
2		KAIT A 2	17,309	31401,00	0,000254	8,4848
3		KAIT A 3	11,426	21045,00	0,000423	8,7677
4	KAIT B	KAIT B 1	23,305	38082,00	0,000339	15,2727
5		KAIT B 2	14,820	12765,00	0,000508	7,0707
6		KAIT B 3	13,406	20043,00	0,000254	5,6566
7	BETON NORMAL	NORMAL PUMICE 1	10,861	22626,00	0,000267	5,9394
8		NORMAL PUMICE 2	9,503	33405,00	0,000169	6,5051
9		NORMAL PUMICE 3	10,106	24720,00	0,000254	6,7879
10	BETON FIBER 10% TANPA KAIT	FIBER TANPA KAIT 1	7,919	15667,00	0,000169	3,6768
11		FIBER TANPA KAIT 2	7,636	22214,00	0,000254	6,2222
12		FIBER TANPA KAIT 3	8,485	17005,00	0,000339	7,0707

3. Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan SK SNI T-15-1991

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton menggunakan rumus pada SK SNI – T – 15 – 1991 adalah sebagai berikut :

- a. Rumus yang digunakan untuk $1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$

$$E_c = 0.043 \times W_c^{1.5} \times f_c^{0.5} \dots\dots\dots(4 - 6)$$

Keterangan :

E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)

W_c = Berat satuan beton (kg/m^3)

f_c = Kuat Tekan beton silinder (MPa)

Contoh Perhitungan :

Misal menghitung modulus elastisitas benda uji Normal *Pumice* 3

Diketahui : $W_c = 2253,199 \text{ kg/m}^3$

$$f'_c = 10,11 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } E_c &= 0.043 \times 2253,199^{1.5} \times 10,11^{0.5} \\ &= 14917,6553 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berikut hasil pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan rumus SK SNI T – 15 – 1991 ($1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$) dapat dilihat pada tabel 4.47

Tabel 4.47

Hasil pengujian uji modulus elastisitas menurut SK SNI T – 15 – 1991 ($1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$)

No	Kode Benda Uji		f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)
1	KAIT A	KAIT A 1	16,121	18465,732	0,000508	10,1818
2		KAIT A 2	17,309	18774,828	0,000254	8,4848
3		KAIT A 3	11,426	15380,863	0,000423	8,7677
4	KAIT B	KAIT B 1	23,305	22621,370	0,000339	15,2727
5		KAIT B 2	14,820	17262,341	0,000508	7,0707
6		KAIT B 3	13,406	16662,178	0,000254	5,6566
7	BETON NORMAL	NORMAL PUMICE 1	10,861	15730,661	0,000267	5,9394
8		NORMAL PUMICE 2	9,503	14428,418	0,000169	6,5051
9		NORMAL PUMICE 3	10,106	14917,655	0,000254	6,7879
10	BETON FIBER 10% TANPA KAIT	FIBER TANPA KAIT 1	7,919	12138,485	0,000169	3,6768
11		FIBER TANPA KAIT 2	7,636	12538,196	0,000254	6,2222
12		FIBER TANPA KAIT 3	8,485	13904,072	0,000339	7,0707

b. Rumus yang digunakan untuk $W_c = \pm 2300 \text{ kg/m}^3$

$$E_c = 4700 \times f'c^{0.5} \dots\dots\dots(4 - 7)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

$f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (MPa)

Contoh Perhitungan :

Misal menghitung modulus elastisitas benda uji Normal *pumice* 1

Diketahui : $f'c = 10,86 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } E_c &= 4700 \times 10,86^{0.5} \\ &= 15489,05381 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berikut hasil pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan rumus SK SNI T – 15 – 1991 ($W_c = \pm 2300 \text{ kg/m}^3$) dapat dilihat pada tabel 4.48

Tabel 4.48

Hasil pengujian uji modulus elastisitas menurut SK SNI T – 15 – 1991 ($W_c = \pm 2300 \text{ kg/m}^3$)

No	Kode Benda Uji		f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)
1	KAIT A	KAIT A 1	16,121	18871,078	0,000508	10,1818
2		KAIT A 2	17,309	19553,972	0,000254	8,4848
3		KAIT A 3	11,426	15887,295	0,000423	8,7677
4	KAIT B	KAIT B 1	23,305	22689,393	0,000339	15,2727
5		KAIT B 2	14,820	18093,597	0,000508	7,0707
6		KAIT B 3	13,406	17208,715	0,000254	5,6566
7	BETON NORMAL	NORMAL PUMICE 1	10,861	15489,054	0,000267	5,9394
8		NORMAL PUMICE 2	9,503	14488,683	0,000169	6,5051
9		NORMAL PUMICE 3	10,106	14941,563	0,000254	6,7879
10	BETON FIBER 10% TANPA KAIT	FIBER TANPA KAIT 1	7,919	13226,298	0,000169	3,6768
11		FIBER TANPA KAIT 2	7,636	12987,966	0,000254	6,2222
12		FIBER TANPA KAIT 3	8,485	13690,519	0,000339	7,0707

4. Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan TS 500 (*Turkey Standart*)

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton menggunakan rumus pada TS 500 (*Turkey Standart*) adalah sebagai berikut :

$$E_c = (3250 \times \sqrt{f'c}) + 14000 \dots \dots \dots (4 - 8)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

$f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (MPa)

Contoh Perhitungan :

Misal menghitung modulus elastisitas benda uji KAIT B1

Diketahui : $f'_c = 23,31 \text{ MPa}$

Sehingga : $E_c = (3250 \times \sqrt{23,31}) + 14000 = 29689,47405 \text{ MPa}$

Berikut hasil pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan rumus TS 500 (*Turkey Standart*) dapat dilihat pada tabel 4.49

Tabel 4.49

Hasil pengujian uji modulus elastisitas menurut Cara TS 500 (*Turkey Standart*)

No	Kode Benda Uji		f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)
1	KAIT A	KAIT A 1	16,121	27049,150	0,000508	10,1818
2		KAIT A 2	17,309	27521,364	0,000254	8,4848
3		KAIT A 3	11,426	24985,895	0,000423	8,7677
4	KAIT B	KAIT B 1	23,305	29689,474	0,000339	15,2727
5		KAIT B 2	14,820	26511,530	0,000508	7,0707
6		KAIT B 3	13,406	25899,643	0,000254	5,6566
7	BETON NORMAL	NORMAL PUMICE 1	10,861	24710,516	0,000267	5,9394
8		NORMAL PUMICE 2	9,503	24018,770	0,000169	6,5051
9		NORMAL PUMICE 3	10,106	24331,932	0,000254	6,7879
10	BETON FIBER 10% TANPA KAIT	FIBER TANPA KAIT 1	7,919	23145,844	0,000169	3,6768
11		FIBER TANPA KAIT 2	7,636	22981,041	0,000254	6,2222
12		FIBER TANPA KAIT 3	8,485	23466,848	0,000339	7,0707

Berikut pada tabel 4.50 merupakan rincian dari beberapa hasil perhitungan modulus elastisitas beserta persentase kesalahan relatif untuk masing - masing metode perhitungan.

Tabel 4.50

Nilai Modulus Elastisitas dan Presentase Selisih antar Metode Perhitungan

NO	KODE BENDA UJI	f _c (Mpa)	MODULUS ELASTISITAS (MPa)							SELISIH ANTAR PERHITUNGAN					
					SNI		TS 500				(1) dan (2)	(2) dan (3)	(3) dan (4)	(1) dan (5)	(3) dan (5)
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)						
			EUROCODE 2-1992 atau WANG & SALMON (1986)	ASTM C469	SKSNI T-15-1991 (0,043 x Wc ^{1.5} x fc ^{0.5})	SKSNI T-15-1991 (4700 x fc ^{0.5})	TS 500 (Turkey)	0,5f _c (SEC)	0,75f _c (SEC)						
1	KAIT A 1	16,12	20094,14	19610,4	18465,7	18871,1	27049,1	20011,0	19040,0	2,5%	6%	2,1%	34,6%	46,5%	
2	KAIT A 2	17,31	33305,95	31401,0	18774,8	19554,0	27521,4	32906,7	24736,0	6,1%	67%	4,0%	17,4%	46,6%	
3	KAIT A 3	11,43	21301,18	21045,0	15380,9	15887,3	24985,9	21255,6	20310,7	1,2%	37%	3,2%	17,30%	62,4%	
4	KAIT B 1	23,31	56135,36	38082,0	22621,4	22689,4	29689,5	51273,9	36963,4	47,4%	68%	0,3%	47,1%	31,2%	
5	KAIT B 2	14,82	14867,72	12765,0	17262,3	18093,6	26511,5	14393,5	12563,2	16,5%	26%	4,6%	78,3%	53,6%	
6	KAIT B 3	13,41	22202,99	20043,0	16662,2	17208,7	25899,6	21890,4	20727,4	10,8%	20%	3,2%	16,6%	55,4%	
7	NORMAL PUMICE 1	10,86	24201,46	22626,0	15730,7	15489,1	24710,5	23869,1	20858,0	7,0%	44%	1,6%	2,1%	57,1%	
8	NORMAL PUMICE 2	9,50	43923,52	33405,0	14428,4	14488,7	24018,8	38016,3	33672,8	31,5%	132%	0,4%	45,3%	66,5%	
9	NORMAL PUMICE 3	10,11	28338,69	24720,0	14917,7	14941,6	24331,9	27661,8	24770,4	14,6%	66%	0,2%	14,1%	63,1%	
10	FIBER TANPA KAIT 1	7,92	20028,43	15667,0	12138,5	13226,3	23145,8	18972,1	18258,5	27,8%	29%	8,2%	15,6%	90,7%	
11	FIBER TANPA KAIT 2	7,64	25004,39	22214,0	12538,2	12988,0	22981,0	24480,5	25525,7	12,6%	77%	3,5%	8,1%	83,3%	
12	FIBER TANPA KAIT 3	8,48	21507,45	17005,0	13904,1	13690,5	23466,84806	20425,81304	25623,46588	26,5%	22%	1,6%	9,1%	68,8%	

Dari tabel diatas dapat kita lihat perbedaan dari beberapa metode dalam menentukan nilai modulus elastisitas, KAIT A memiliki selisih yang paling kecil diantara benda uji yang lain seperti KAIT B , Normal *Pumice* dan *fiber* tanpa kait dalam perbandingan metode 1 dan 1. Namun dalam metode 3 dan 5 KAIT A memiliki selisih yang sangat jauh, diikuti oleh benda uji lainnya. namun selisih KAIT A lebih kecil dibandingkan benda uji lainnya dalam metode 3 dan 5.

4.2.6 Uji Modulus Elastisitas (*Strain Gauge*)

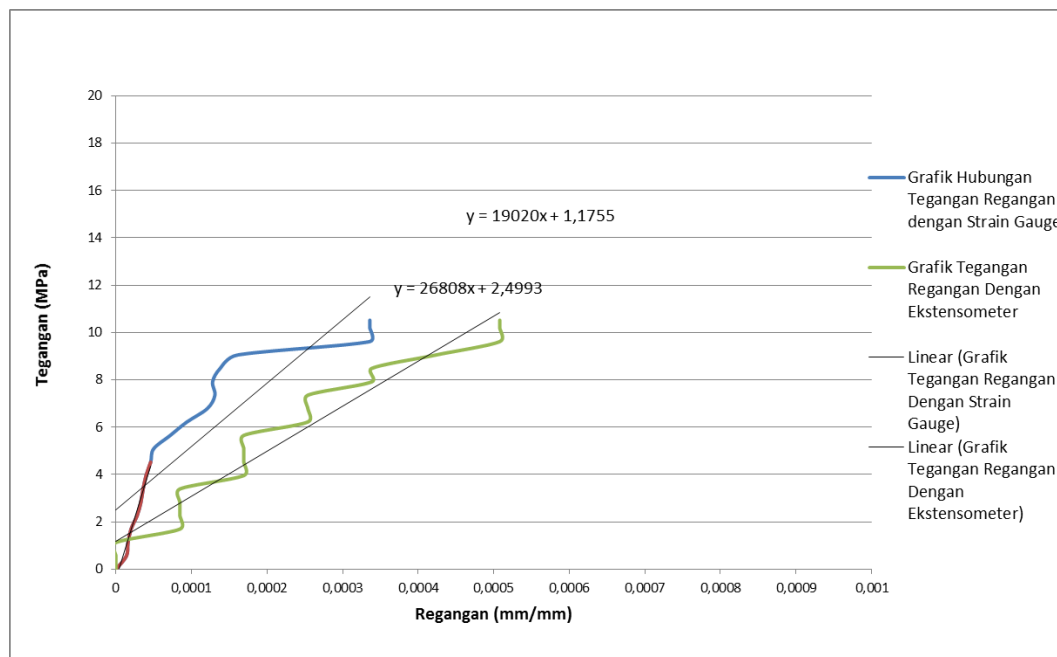
Sebagai data pendukung atau data pembanding, peneliti juga mencoba melakukan uji modulus elastisitas dengan menggunakan alat yang disebut *strain gauge*. Namun pada penelitian ini hanya dua benda uji yang diuji dengan menggunakan *strain gauge*, yaitu benda uji KAIT B 3, dan Normal *Pumice* 3



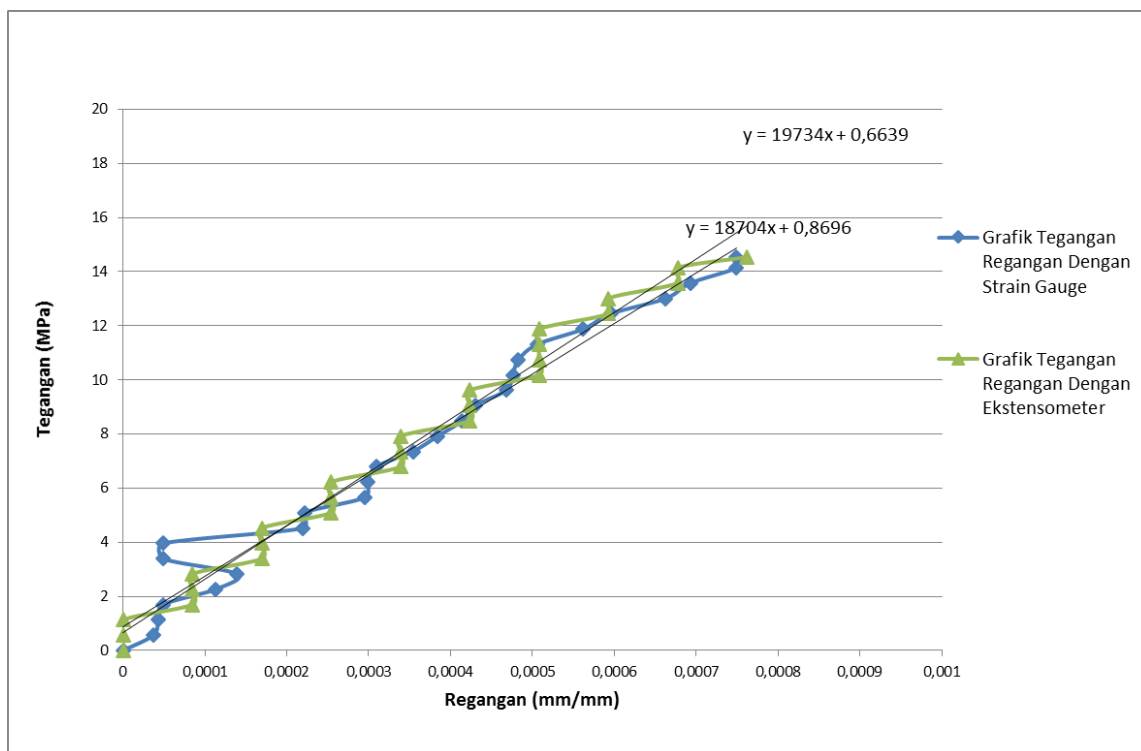
Gambar 4.47 Uji modulus elastisitas dengan menggunakan *strain gauge*

Pengujian modulus elastisitas dengan *strain gauge* ini dilakukan bersamaan dengan uji modulus elastisitas menggunakan *extensometer* dan uji kuat tekan dengan mesin yang sama pula yaitu *compression machine*. *Strain gauge* dipasang ke arah horizontal dan arah vertikal dari benda uji, kemudian ujung kabel dipasang ke *dial strain gauge* yang berfungsi untuk membaca regangan dari benda uji ketika menerima beban tekan.

Berikut pada **Gambar 4.48 dan 4.49** yang merupakan grafik hubungan tegangan dan regangan yang dihasilkan dari uji modulus elastisitas menggunakan *strain gauge*.



Gambar 4.48 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Normal *Pumice 3* (*Strain Gauge* dan *Extensometer*) pada benda uji Normal *Pumice 3*



Gambar 4.49 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan KAIT B 3 (*Strain Gauge* dan *Extensometer*) pada benda uji KAIT B 3

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama seperti uji modulus elastisitas menggunakan *extensometer*, berikut pada tabel 4.51 dapat dilihat nilai modulus elastisitas yang dihasilkan oleh benda uji KAIT B3 dan Normal *pumice 3*

Tabel 4.51

Nilai Modulus Elastisitas KAIT B3 dan Normal *pumice 3* dengan menggunakan *Strain Gauge*

KODE BENDA UJI	f'c (Mpa)	EUROCOD E 2-1992 atau WANG & SALMON (1986)	ASTM C469	SKSNI T-15-1991 (0,043 x Wc ^{1.5} x fc ^{0.5})	SKSNI T-15-1991 (4700 x fc ^{0.5})	TS 500 (Turkey)	Regangan pada batas elastis	Tegangan pada batas elastis (Mpa)
KAIT B 3	13,41	18862,5	15439	18534,94611	17208,7	26391,57	0,000254	5,66
NORMAL PUMICE 3	10,11	116810,681	41083,99	14917,65532	14941,6	24541,84	0,000254	6,79

Perbandingan nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dengan menggunakan alat *extensometer* dan *strain gauge* dapat dilihat pada tabel 4.52

Tabel 4.52

Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas benda uji KAIT B3 dan Normal *pumice 3* dengan alat *extensometer* dan *strain gauge*

KAIT B 3	EXTENSOMETER	STRAIN GAUGE	KR (%)
EUROCODE 2-1992 atau WANG & SALMON (1986)	22203,0	18862,50061	15%
ASTM C469 (0,4 f'c)	20043,0	15439	23%
TS 500 (Turkey)	25899,64	26391,57	2%
SKSNI T-15-1991 (0,043 x $W_c^{1.5} \times f_c^{0.5}$)	1666217,8%	18534,94611	11%
SKSNI T-15-1991 (4700 x $f_c^{0.5}$)	17208,7	17208,7	0%
NORMAL PUMICE 3	EXTENSOMETER	STRAIN GAUGE	KR (%)
EUROCODE 2-1992 atau WANG & SALMON (1986)	28338,69	116810,681	312%
ASTM C469 (0,4 f'c)	24720,0	41083,99468	66%
TS 500 (Turkey)	24331,9	24541,83585	1%
SKSNI T-15-1991 (0,043 x $W_c^{1.5} \times f_c^{0.5}$)	14917,7	14917,65532	0%
SKSNI T-15-1991 (4700 x $f_c^{0.5}$)	14941,6	14941,6	0%

Berdasarkan perbandingan nilai modulus elastisitas untuk benda uji KAIT B3 dan Normal *pumice 3* yang dihasilkan dengan menggunakan alat *extensometer* memiliki selisih yang sangat jauh dengan nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dengan menggunakan alat *strain gauge*. Bahkan selisihnya mendekati 100% untuk metode perhitungan berdasarkan cara Eurocode 2 dan ASTM C-469, hal ini dikarenakan grafik hubungan tegangan dan regangan yang dihasilkan juga berbeda karena pada *extensometer* data yang didapat kemudian dipilih dengan di rata-rata apabila sama dalam pembacaan *dial extensometer*, sedangkan dalam pembacaan *strain gauge* bacaan yang dibaca ketika kenaikan nilai 10 dan jarang setiap bacaanya sama, sehingga tidak bisa dipilih dan dirata-rata. Berbeda halnya dengan cara SKSNI T-15-1991 dan TS 500 yang menghasilkan nilai yang sama karena hanya dipengaruhi oleh berat isi dan kuat tekannya saja.

