

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

4.1.1 Pengujian Gradasi Butiran

Pengujian Gradasi butiran dilakukan untuk mengetahui nilai modulus halus butiran, pengujian yang dilakukan mengacu pada ASTM, 2015. Pasir yang digunakan pada pengujian ini berasal dari sungai progo, pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan hasil pengujian didapat nilai modulus halus butir pengujian sampel pertama 2,25 %, pengujian sampel kedua 2,25 %, dan pengujian sampel ketiga 2,36 %. Semakin besar nilai modulus halus butir menunjukkan semakin besar ukuran butir agregat. Hasil perhitungan gradasi butir dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.1.2 Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian nilai kadar air yang didapat sebesar 1,97 %. Nilai kadar air yang didapat termasuk dalam batas normal yaitu sebesar 1 % - 2 %. Hasil Pengujian dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan nilai berat jenis curah (*bulk specific gravity*) sebesar 2,797, berat jenis tampak (*apparent specific gravity*) sebesar 2,878, berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*) sebesar 2,825, dan nilai penyerapan air agregat halus sebesar 1,010. Berdasarkan berat jenisnya agregat dibedakan menjadi tiga yaitu agregat normal yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yang berat jenisnya lebih dari 2,8, dan agregat ringan yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.1.4 Pengujian Berat Satuan

Pengujian beras satuan agregat halus dilakukan untuk mengetahui agregat halus yang digunakan mampat atau berongga, berat satuan agregat memiliki nilai sebesar 1,50 - 1,80 gram/cm³ (Tjokrodimuljo, 2010). Berdasarkan hasil pengujian di

dapat nilai rata-rata berat satuan agregat halus sebesar 1,721 gr/cm³. Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.1.5 Pengujian kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus penting dilakukan untuk mengetahui persentase lumpur yang terdapat pada agregat halus, agregat halus yang digunakan tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 5 % berdasarkan aturan (BSN, 1989). Kadar lumpur yang tinggi akan berpengaruh terhadap kekuatan dari beton. Berdasarkan hasil pengujian nilai rata-rata kadar lumpur agregat halus sebesar 4 %. Hasil pemeriksaan kadar lumpur terdapat pada Lampiran 5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapat hasil pengujian agregat halus pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian agregat halus sungai progo

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM
2	Kadar air	%	1,97
3	Berat jenis	-	2,81
4	Penyerapan air	%	2,81
5	Berat satuan	gr/cm ³	1,72
6	Kadar lumpur	%	4,00

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

4.1.1 Pengujian berat jenis dan penyerapan air

Berdasarkan hasil pengujian agregat kasar clereng didapat nilai rata-rata berat jenis jenuh kering muka kerikil sebesar 2,578 sehingga tergolong kedalam agregat normal yaitu antara 2,5 - 2,7 (Tjokrodinuljo, 2007). Nilai penyerapan agregat kasar didapat sebesar 2,822 %. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.1.2 Pengujian berat satuan

Pengujian berat satuan agregat dilakukan untuk mengetahui apakah agregat tersebut *porous* atau mampat. Semakin tinggi nilai berat satuan agregat maka kuat tekan beton akan menurun. Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai rata-rata berat

satuan agregat kasar sebesar 1,531 gr/cm³. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.1.3 Pengujian kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan pada penelitian ini karena persentase kadar lumpur akan berpengaruh pada kuat tekan beton, semakin rendah kadar lumpur maka akan semakin tinggi kuat tekan beton yang didapatkan. Persentase kadar lumpur agregat kasar maksimal sebesar 1 % berdasarkan standar BSN, 1989. Berdasarkan hasil pemeriksaan didapatkan nilai kadar lumpur agregat kasar rata-rata sebesar 4,91 %, sehingga agregat kasar harus dicuci dahulu sebelum digunakan. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada lampiran 9.

4.1.4 Pengujian kadar air

Pengujian kadar air agregat kasar dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai kadar air rata-rata agregat kasar sebesar 3,71 %. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.1.5 Pengujian keausan

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan dengan menggunakan mesin *los angeles* yang dimasukan bola besi untuk mengetahui nilai ketahanan aus kerikil, semakin rendah nilai keausan dari agregat kasar maka semakin bagus kualitas dari agregat itu. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai keausan agregat kasar sebesar 32,87 %. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 9. Berdasarkan hasil pengujian agregat kasar didapat nilai pada Tabel 4.2 berikut ini.

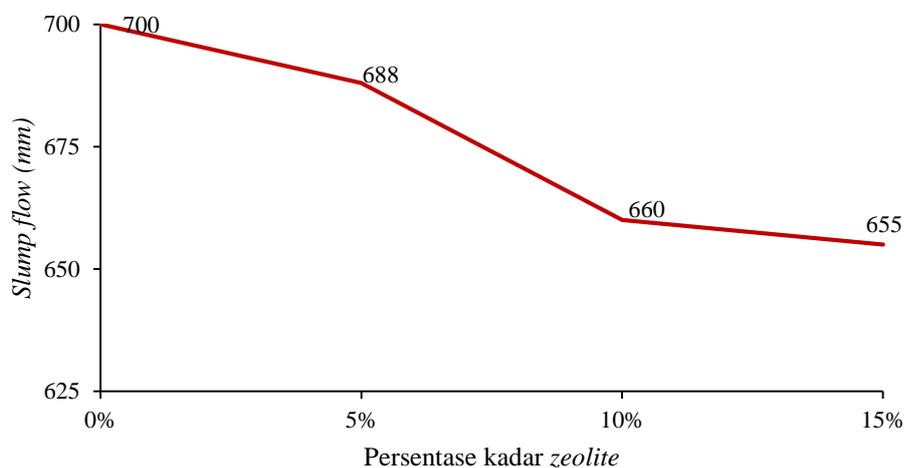
Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Berat jenis	-	2,82
2	Penyerapan air	%	2,82
3	Berat satuan	gr/cm ³	1,53
4	Kadar lumpur	%	4,91
5	Keausan agregat	%	32,87
6	Kadar air	%	3,71

4.3 Hasil Pengujian *Fresh Properties*

4.1.1 Pengujian *Slump flow*

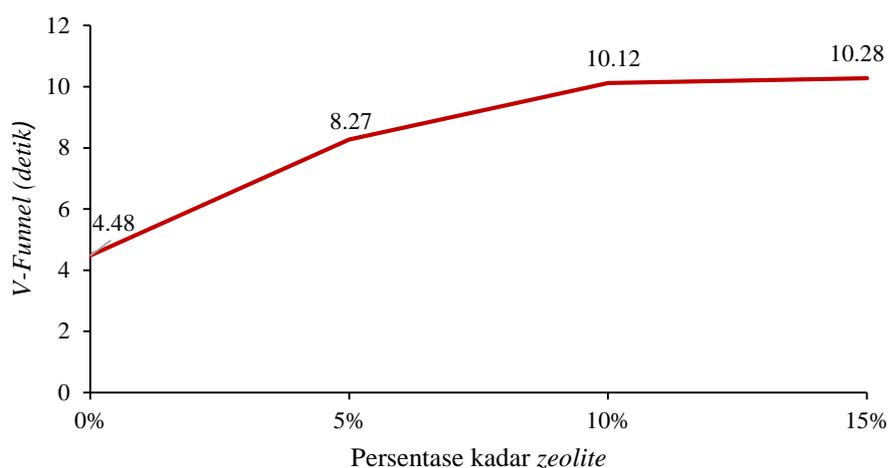
Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui *flowability* salah satunya adalah *slump-flow* yang merupakan pemeriksaan utama bahwa konsistensi beton segar memenuhi spesifikasi. Hasil pengujian *slump flow* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan tambahan *zeolite* variasi 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % secara berturut-turut 700 mm, 688 mm, 660 mm, dan 655 mm. Hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 4.1 Syarat nilai hasil pengujian *slump-flow* pada *self-fiber compacting concrete (SFCC)* yaitu antara 550 - 850 mm (EFNARC, 2005). Dari hasil yang didapat dinyatakan pengujian *slump flow* sudah memehuni syarat.



Gambar 4.1 Hubungan *slump flow* dan kadar Zeolite

4.1.2 Pengujian *V-funnel*

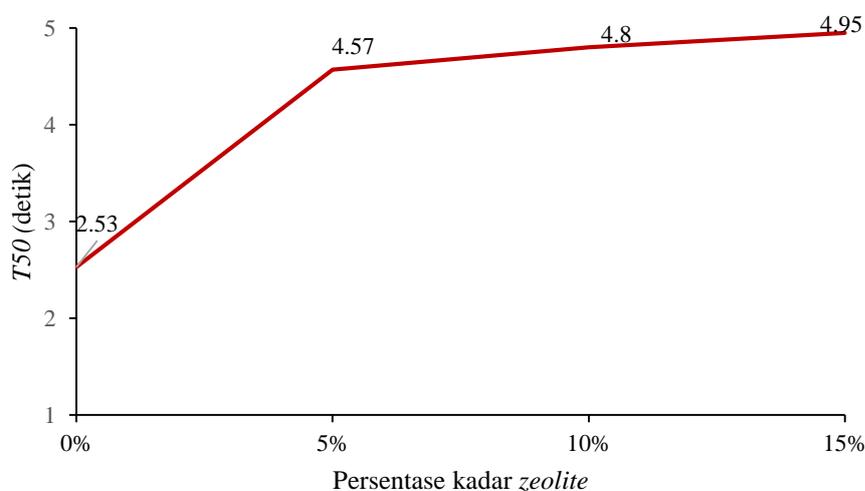
Uji *V-funnel* digunakan untuk menilai viskositas dan *filling ability* beton SCC. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah corong yang berbentuk V yang dibagian bawah ada pintu yang bisa dibuka dan ditutup. Hasil pengujian *V-funnel* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan tambahan *zeolite* variasi 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % secara berturut-turut 4,48 detik, 8,27 detik, 10,12 detik, dan 10,28 detik. Hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Menurut EFNARC kriteria campuran beton yang keluar dari corong memiliki durasi waktu 6 - 12 detik. Dari hasil yang didapat dinyatakan pengujian *V-funnel* sudah memehuni syarat.



Gambar 4.2 Hubungan *v-funnel* dan kadar Zeolite

4.1.3 Pengujian T50

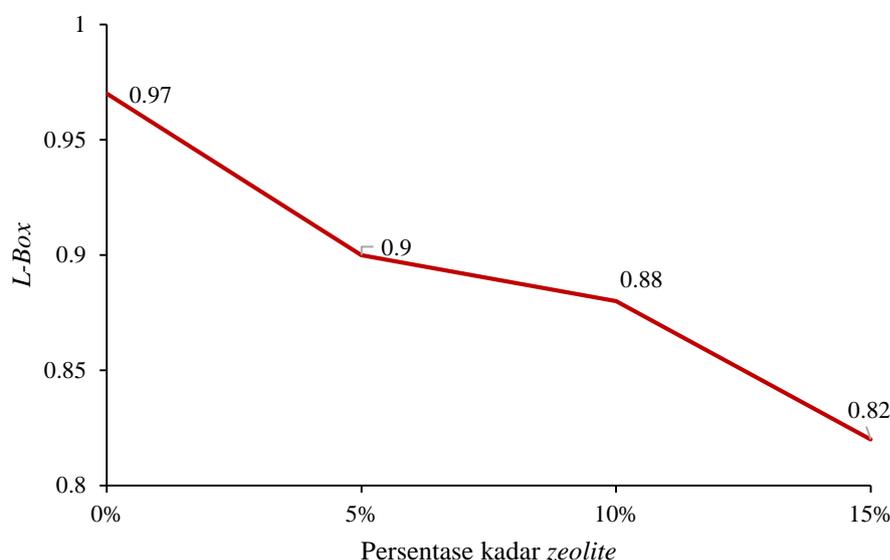
Pengujian T50 merupakan pengujian untuk mengetahui *flowability* dan laju aliran pada SCC tanpa ada penghalang, pengujian menggunakan *abrams cone* dan meja sebar T50 cm. Proses pengujian dilakukan dengan cara mengisi beton segar kedalam kerucut abrams kemudian setelah penuh kerucut diangkat dan dicatat waktunya. Hasil pengujian T50 dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan tambahan *zeolite* variasi 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % secara berturut-turut 2,53 detik, 4,57 detik, 4,8 detik, dan 4,95 detik. Hasil pengujian T50 dapat dilihat pada Gambar 4.3. Menurut EFNARC memiliki kriteria dengan durasi waktu 2 - 5 detik. Dari hasil yang didapat dinyatakan pengujian T50 sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.3 Hubungan T50 dan kadar Zeolite

4.1.4 Pengujian *L-box*

Tes *L-box* digunakan untuk mengukur kemampuan *passing ability* beton SCC untuk mengalir melalui lubang rapat termasuk ruang antara tulangan penguat dan penghalan lainnya tanpa segregasi. Hasil pengujian *L-box* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan tambahan *zeolite* variasi 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % secara berturut-turut 0,97; 0,9; 0,88; dan 0,82. Hasil pengujian *L-box* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pada pemeriksaan ini kriteria menurut EFNARC yang dipakai adalah dengan perbandingan h_2/h_1 antara 0,8 – 1. Dari hasil yang didapat dinyatakan pengujian *L-box* sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.4 Hubungan *l-box* dan kadar *Zeolite*

4.4 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton *Self Fiber Compacting Concrete*

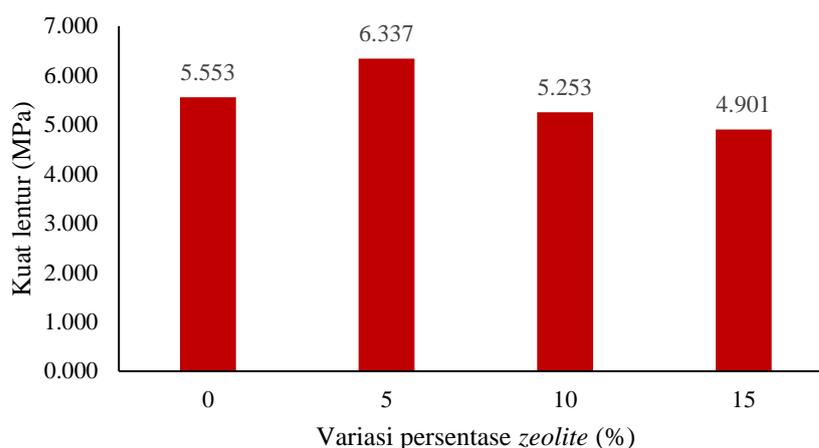
Pengujian kuat lentur beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dilakukan pada beton umur 7, 14, dan 28 hari. *Zeolite* digunakan sebagai substitusi dengan semen, persentase *zeolite* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % dari berat semen serta menggunakan bahan tambah serat *nylon* persentase 1 % dan *superplasticizer* jenis *sikament LN* persentase 1,5 % dari berat powder. Hasil uji lentur dapat dilihat pada Tabel 4.3, hasil pengujian lentur beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* tanpa variasi *zeolite* dan *nylon* memiliki nilai kuat lentur tertinggi 5,553 MPa pada beton umur 28 hari. Hasil pengujian lentur beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)*

dengan variasi *zeolite* 5 % dan *nylon* memiliki nilai kuat lentur tertinggi 6,337 MPa pada beton umur 28 hari. Hasil pengujian lentur beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi *zeolite* 10 % dan *nylon* memiliki nilai kuat lentur tertinggi 5,253 MPa pada beton umur 28 hari. Hasil pengujian lentur beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi *zeolite* 15 % dan *nylon* memiliki nilai kuat lentur tertinggi 4,901 MPa pada beton umur 28 hari.

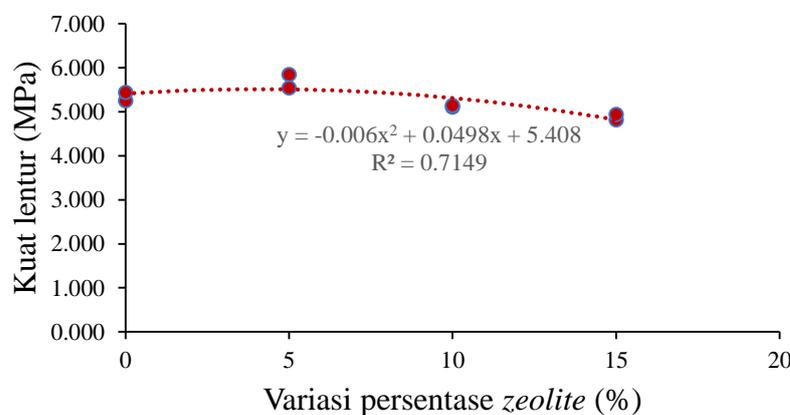
Tabel 4.3 Hasil uji lentur

Umur (hari)	Kode Benda Uji	Kadar <i>zeolite</i> (%)	Kadar S.P (%)	Kadar <i>Nylon</i> (%)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
7	KL 0%ZT.1				5.254	5.346
7	KL 0%ZT.2				5.438	
14	KL 0%ZT.1	0%	1%	0,5%	3.853	5.399
14	KL 0%ZT.2				6.945	
28	KL 0%ZT.1				5.532	5.553
28	KL 0%ZT.2				5.574	
7	KL 5%ZT.1				5.848	5.694
7	KL 5%ZT.2				5.541	
14	KL 5%ZT.1	10%	1,5%	1 %	5.144	5.787
14	KL 5%ZT.2				6.430	
28	KL 5%ZT.1				5.366	6.337
28	KL 5%ZT.2				7.309	
7	KL 10%ZT.1				5.104	4.655
7	KL 10%ZT.2				4.206	
14	KL 10% ZT.1	5%	1,5%	1%	5.563	5.101
14	KL 10%ZT.2				4.638	
28	KL 10%ZT.1				5.004	5.253
28	KL 10%ZT.2				5.502	
7	KL 15%ZT.1				4.816	4.877
7	KL 15%ZT.2				4.938	
14	KL 15%ZT.1	15%	1,5%	1%	4.468	4.894
14	KL 15%ZT.2				5.320	
28	KL 15%ZT.1				4.937	4.901
28	KL 15%ZT.2				4.865	

Hubungan kuat lentur dan variasi *zeolite* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi persentase *zeolite* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.5, beton variasi dari penambahan *zeolite* dalam campuran beton memiliki pengaruh terhadap kekuatannya, beton dengan persentase *zeolite* 5 % memiliki nilai kuat lentur paling tinggi dan beton dengan persentase *zeolite* 15 % memiliki nilai kuat lentur paling rendah.



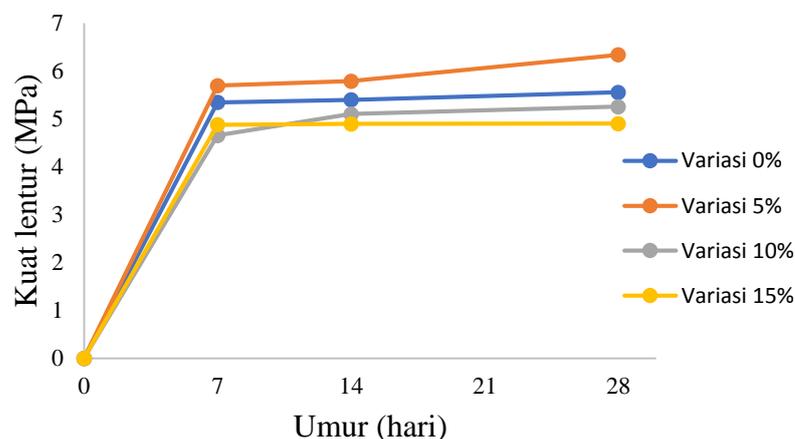
Gambar 4.5 Hubungan kuat lentur dan variasi persentase *zeolite*



Gambar 4.6 Hubungan kuat lentur dan variasi persentase *zeolite*

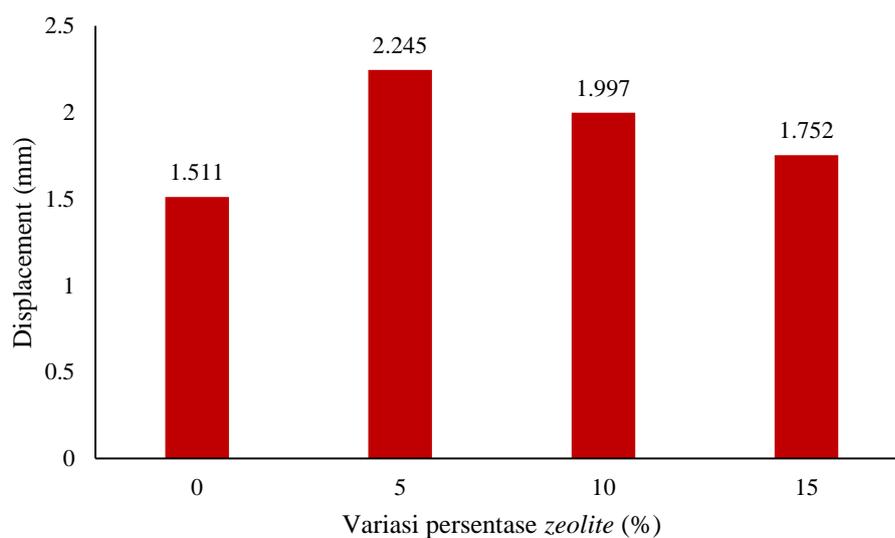
Gambar 4.6 dengan persamaan $y = -0,006x^2 + 0,0498x + 5,408$, berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh nilai kuat lentur optimum dari variasi *zeolite* 0 %, 5 %, 10 % dan 15 % yaitu pada variasi 5 % dengan nilai kuat lentur 5,507 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar *zeolite* yang digunakan maka semakin rendah nilai kuat lentur yang didapatkan.

Hubungan antara umur beton dan nilai kuat lentur dapat dilihat pada Gambar 4.7, berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa umur beton benda uji mempengaruhi nilai kuat lentur pada semua variasi *zeolite* dan serat *nylon*, semakin bertambahnya umur beton maka semakin tinggi nilai kuat lentur.

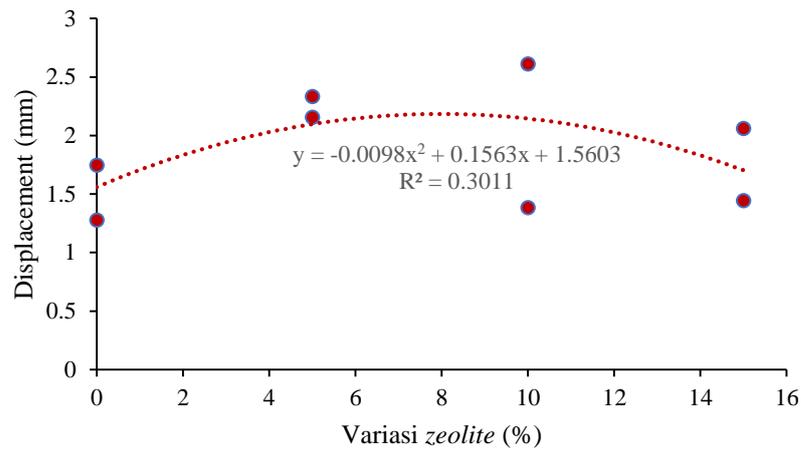


Gambar 4.7 Hubungan antara nilai kuat lentur dan umur beton

Hubungan antara *displacement* dan variasi *zeolite* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi persentase *zeolite* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.8, beton dengan variasi *zeolite* 5 % memiliki nilai *displacement* paling tinggi dengan nilai 2,245 mm, sedangkan beton tanpa *zeolite* memiliki nilai *displacement* paling rendah dengan nilai 1,511 mm.



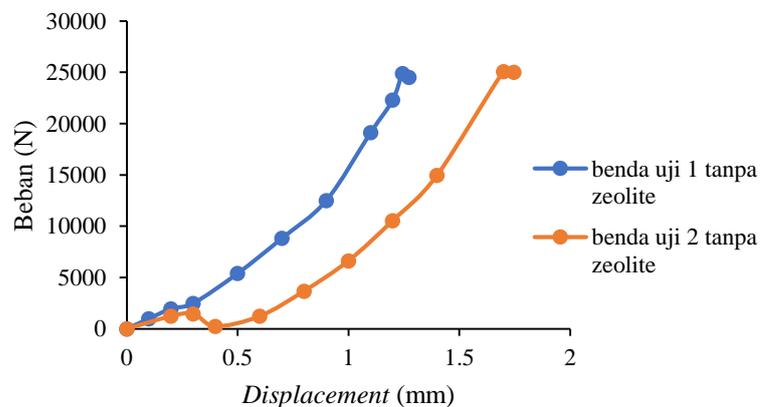
Gambar 4.8 Hubungan antara *displacement* dan variasi *zeolite*



Gambar 4.9 Hubungan antara *displacement* dan variasi *zeolite*

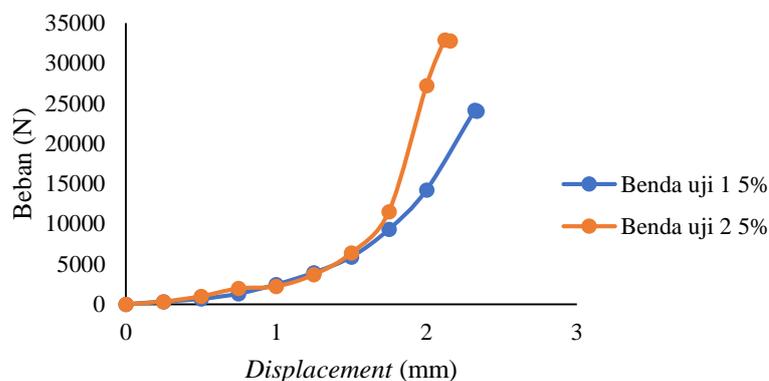
Gambar 4.9 dengan persamaan $y = -0,0098x^2 + 0,1563x + 1,5603$, berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh nilai *displacement* optimum dari variasi *zeolite* 0 %, 5 %, 10 % dan 15 % yaitu pada variasi 8 % dengan nilai *displacement* 2,1835 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi *zeolite* yang digunakan maka semakin rendah nilai *displacement* yang didapatkan.

Hubungan antara beban dan *displacement* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi persentase *zeolite* 0 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.10, dari dua benda uji beton tanpa variasi *zeolite* memiliki nilai *displacement* 1,746 mm



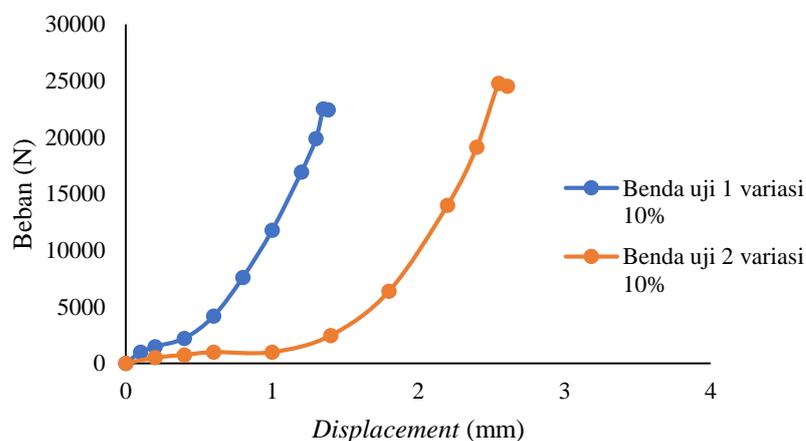
Gambar 4.10 Hubungan beban dan *displacement* antara variasi 0 %

Hubungan antara beban dan *displacement* dari beton *self-fiber compacting concrete (SFCC)* dengan variasi persentase *zeolite* 5 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.11, dari dua benda uji beton variasi *zeolite* 5 % memiliki nilai *displacement* 2,334 mm.



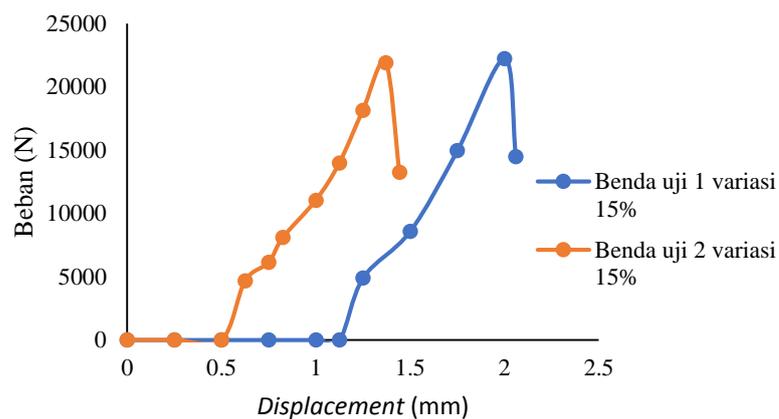
Gambar 4.11 Hubungan beban dan *displacement* antara variasi 5 %

Hubungan antara beban dan *displacement* dari beton *self fiber compacting concrete* dengan variasi persentase *zeolite* 10 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.12, dari dua benda uji beton dengan variasi *zeolite* 10 % memiliki nilai *displacement* 2,610 mm.



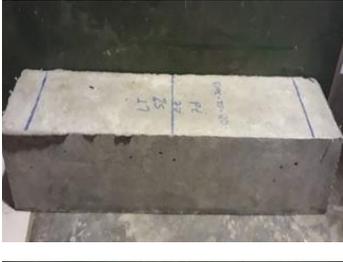
Gambar 4.12 Hubungan beban dan *displacement* antara variasi 10 %

Hubungan antara beban dan *displacement* dari beton *self fiber compacting concrete* dengan variasi persentase *zeolite* 15 % serta penambahan serat *nylon* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4.13, dari dua benda uji beton dengan variasi *zeolite* 15 % memiliki nilai *displacement* 2,060 mm.



Gambar 4.13 Hubungan beban dan *displacement* antara variasi 15 %

Tabel 4.4 Perbedaan fisik benda uji sebelum dan sesudah diuji lentur

Variasi	Sebelum diuji	Sesudah diuji	Keterangan
0%			Benda uji patah pada tengah bentang akibat momen
5%			Benda uji retak pada bagian tengah bentang
10%			Benda uji retak tipis pada tengah bentang
15%			Benda uji retak tipis tetapi beton namun masih terdapat ikatan

Berdasarkan Tabel 4.4 benda uji yang tidak menggunakan tambahan serat setelah diuji lentur mengalami patah pada tengah bentang dikarenakan beton tidak memiliki daya ikat yang tinggi dan akhirnya mengalami patah, benda uji yang menggunakan tambahan serat setelah diuji lentur mengalami retak pada tengah bentang dikarenakan memiliki daya ikat yang tinggi sehingga benda uji tidak patah

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan perbandingan nilai kuat lentur antara penelitian terdahulu dengan judul “Efek Metakaolin Terhadap sifat Beton Konvensional dan *Self Compacting Concrete*” dan penelitian sekarang dengan judul “*Fresh Properties* dan Kuat Lentur *Self Fiber Compacting Concrete* (SFCC) dengan Bahan Tambah *Zeolite* dan Serat *Nylon*” memiliki nilai kuat lentur yang lebih rendah pada semua variasi pozzolan yang digunakan. Jadi dapat disimpulkan penelitian sekarang masih belum sebaik penelitian terdahulu karna terapat banyak faktor, yaitu suhu, pencampuran air, iklim dll.

Tabel 4.5 Perbandingan nilai kuat lentur penelitian terdahulu dan sekarang

penelitian	Judul	Kuat Lentur		
		5 %	10 %	15 %
Terdahulu	Efek Metakaolin Terhadap sifat Beton Konvensional dan <i>Self Compacting Concrete</i>	6,590	7,560	8,010
Sekarang	<i>Fresh Properties</i> dan Kuat Lentur <i>Self Fiber Compacting Concrete</i> (SFCC) dengan Bahan Tambah <i>Zeolite</i> dan Serat <i>Nylon</i>	6,337	5,253	4,901