

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sifat Bahan Penyusun Beton

Mix design yang dibuat sebagai acuan dalam membuat benda uji beton balok, tentunya hal yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu pengujian sifat-sifat bahan penyusun. Bahan penyusun beton terbagi menjadi 2, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Dari kedua penyusun tersebut dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik sesuai dengan tata cara dan standar pengujian yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini, untuk pengujian sifat-sifat beton segar SCC hanya dilakukan 4 pengujian, yaitu pengujian Meja Sebar T50, *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Adapun hasil yang didapatkan dari pengujian sifat-sifat bahan dan beton segar (*fresh properties*) adalah sebagai berikut ini.

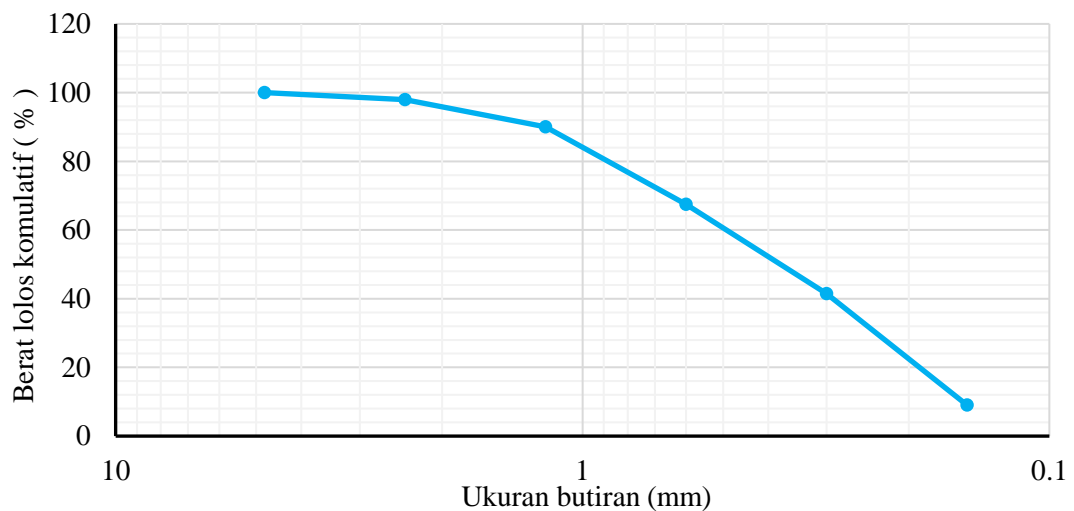
4.1.1 Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir)

4.1.1.1 Pengujian gradasi butiran

Berdasarkan hasil pemeriksaan gradasi yang dilakukan, agregat halus (pasir dari Sungai Progo) memenuhi kriteria standarisasi ASTM. Untuk mengetahui daerah gradasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 serta perhitungan selengkapnya tersaji pada lampiran A.1.

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus

Ukuran	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persen Berat Tertahan (%)	Persen berat Tertahan Kumulatif (%)	Persen Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4	4,8	0	0	0	100
No.8	2,4	25	2,00	2,00	98,00
No.16	1,2	80	8,00	10,00	90,00
No.30	0,6	225	22,50	32,50	67,50
No.50	0,3	260	26,00	58,50	41,50
No.100	0,15	325	32,50	91,00	9,00
Pan		90	9,00	100,00	0
Total		1000	100,00	294,00	



Gambar 4.1 Hasil gradasi butiran agregat halus ASTM hubungan berat lolos kumulatif dengan ukuran butiran

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut dapat mempengaruhi kekuatan dari beton yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di laboratorium teknologi bahan konstruksi kadar lumpur agregat halus yang peroleh sebesar 2,97 %, lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk kadar lumpur agregat halus sebesar 5% sesuai dengan BSN (1989) sehingga pasir dapat digunakan tanpa melakukan pencucian agregat. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran A.5.

4.1.2. Pengujian berat satuan agregat halus

Berat satuan pasir SSD diperoleh sebesar 1,520 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk dapat mengetahui apakah agregat tersebut berongga atau mampat. Semakin besar berat satuan yang didapat, maka semakin mampat permukaan agregat tersebut. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80 gram/cm³ (Tjokrodimuljo, 2010). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran A.4.

4.1.3. Pengujian kadar air agregat halus

Hasil dari pengujian kadar air, diperoleh kadar air rata-rata sebesar 8,5%. Kadar air yang didapat termasuk kedalam kondisi basah. Kadar air yang didapat dari hasil pengujian terdapat didalam pasir menunjukkan bahwa agregat yang dipakai memiliki kadar air di atas normal. dimana syarat kadar air untuk agregat halus

adalah 1% - 2% (Tjokrodimuljo, 2010). Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.2.

4.1.4. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Berdasarkan hasil pemeriksaan, berat jenis pasir jenuh kering muka didapat sebesar 2,495. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,091 %. Menurut Tjokrodimuljo (2010) agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yang terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.3.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat halus

No	Pengujian	satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Butirn halus
2	Kadar Lumpur	%	2,97
3	Berat Satuan	gr/cm ³	1,520
4	Kadar Air	%	8,5
5	Berat Jenis	-	2,495
6	Penyerapan Air	%	0,091

4.2. Hasil pengujian agregat kasar (kerikil/*split*)

4.2.1. Pengujian kadar lumpur agregat kasar

Pengujian kadar lumpur dapat berpengaruh pada kekuatan beton, karena semakin rendah kadar lumpur pada agregat yang digunakan, semakin kuat beton yang dihasilkan begitu juga sebaliknya. kadar lumpur agregat kasar diperoleh sebesar 15,26% (tidak memenuhi standar). Berdasarkan standar BSN (1989) yang mana kadar lumpur maksimal sebesar 1%, sehingga kerikil/*split* ini perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran B.3.

4.2.2. Pengujian keausan agregat kasar

Batu pecah sebagai agregat kasar utama pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon Progo. Batu pecah yang digunakan berukuran 5 mm – 10 mm dengan ukuran partikel rata-rata, d_{50} adalah 7,5 mm. Menurut BSN (1991) Dalam pengujian keausan dengan menggunakan mesin *Los Angles* didapatkan hasil dari pengujian laboratorium adalah sebesar 34,7% maka, dapat disimpulkan agregat kasar tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan yaitu sebesar 40%. Hasil selengkapanya dapat dilihat pada Lampiran B.5.

4.2.3. Pengujian berat satuan agregat kasar

Berat satuan kerikil/*split* SSD diperoleh sebesar 1,536 gram/cm³. Berat satuan adalah ialah berat agregat dalam satu satuan volume bejana dinyatakan dalam kg/liter atau ton/m³. Jadi berat satuan ialah berat agregat dalam satu satuan bejana. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80 gram/cm³, berat satuan ini berfungsi untuk dapat mengetahui apakah agregat tersebut porous atau mampat. Hal ini akan berpengaruh pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton (Tjokrodimuljo, 2010). Dari hasil yang diperoleh dari pemeriksaan agregat kasar pada pemeriksaan agregat kasar Clereng termasuk agregat normal. Hasil pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran B.2.

4.2.4. Pengujian kadar air agregat kasar

Kadar air rata – rata yang diperoleh dari hasil pemeriksaan sebesar 3,325%. Kadar air yang dimiliki agregat kasar berasal dari Clereng termasuk ke dalam kondisi diatas normal. Hal ini menyatakan bahwa agregat yang digunakan merupakan agregat diatas normal, karena menurut BSN (2002b) untuk hasil kadar air maksimum adalah sebesar 2%. Hasil pemeriksaan selengkapanya dapat dilihat pada Lampiran B.4.

4.2.5. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berdasarkan hasil pemeriksaan, berat jenis kerikil/*split* jenuh kering muka didapat sebesar 2,491. Menurut Tjokrodimuljo (2010) agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yang terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5 –

2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat pada agregat kasar yang berasal dari Clereng termasuk kedalam agregat normal. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 2,1. Hasil pemeriksaan selengkapnya tersaji pada Lampiran B.1.

Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat kasar

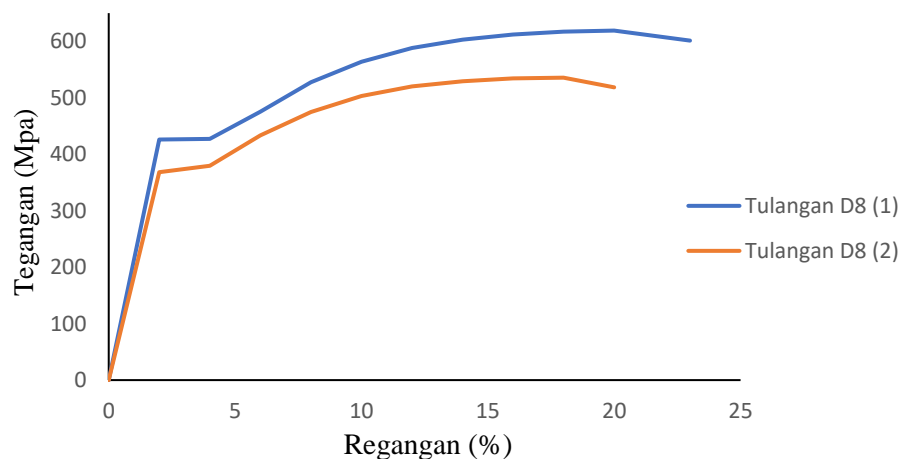
No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	15,260
2	Pemeriksaan keausan	%	36,1
3	Berat satuan	gr/cm ³	1,536
4	Kadar air	%	3,325
5	Berat jenis	-	2,491
6	Penyerapan air	%	2,1

4.3. Hasil pengujian Kuat Tarik Baja

Dari hasil penelitian kuat tarik baja dengan ukuran D8, dan D6. Pada tulangan baja ukuran D8 secara berturut-turut memperoleh nilai titik leleh sebesar 43,42 kg/mm², dan 37,53 kg/mm² sedangkan untuk tulangan ukuran D6 secara berturut-turut memperoleh nilai titik leleh sebesar 27,21 kg/mm², dan 34,08 kg/mm². Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.4. Dari hasil tersebut dapat di ketahui mutu baja untuk tulangan D8 pertama masuk klasifikasi kelas baja tulangan BJTP30 sedangkan tulangan D8 kedua masuk klasifikasi kelas baja tulangan BJTP24, untuk tulangan D6 pertama masuk dalam klasifikasi kelas baja tulangan BJTP24 sedangkan tulangan ukuran D6 kedua masuk dalam klasifikasi kelas baja tulangan BJTP24, untuk kedua tulangan ukuran D6 masuk dalam klasifikasi kelas baja tulangan yang sama. Hasil pemeriksaan klasifikasi mutu baja dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4.4 untuk hasil pengujian kuat tarik baja grafik hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada Gambar 4.2, dan Gambar 4.3.

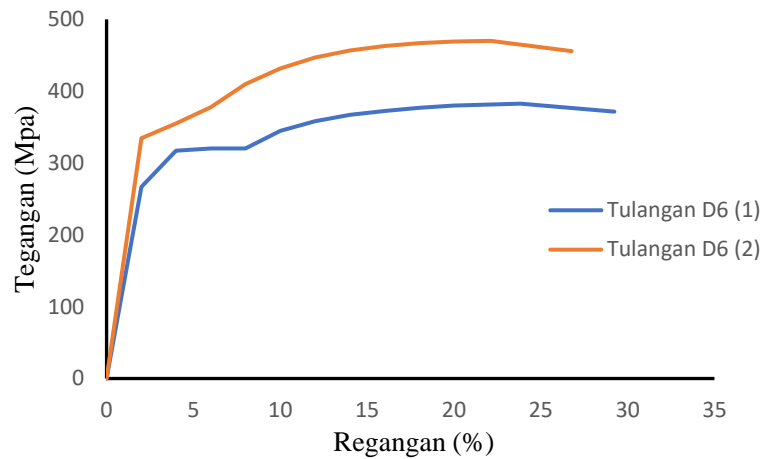
Tabel 4.4 Sifat Mekanis baja (BSN, 2002a)

Kelas baja tulangan	No. Batang uji	Uji Tarik			Uji Lengkung	
		Batas ulur Kgf/mm ² (N/mm ²)	Kuat tarik Kgf/mm ² (N/mm ²)	Rega ngan (%)	Sudut lengk ung	Diameter perlengkungn
BJTP24	no. 2	Minimum 24	Minimum 39	20	180°	3 × d
	no. 3	(235)	(380)	24		
BJTP30	no. 2	Minimum 30	Minimum 45	18	180°	d > 16 = 3 × d
	no. 3	(295)	(440)	20		d > 16 = 4 × d
BJTP30	no. 2	Minimum 30	Minimum 45	10	180°	d > 16 = 3 × d
	no. 3	(295)	(440)	18		d > 16 = 4 × d
BJTP35	no. 2	Minimum 35	Minimum 50	18	180°	d ≥ 16 = 3 × d
	no. 3	(345)	(490)	20		16 < d ≤ 40 = 4 × d d ≥ 40 = 5 × d
BJTP40	no. 2	Minimum 40	Minimum 57	16	180°	5 × d
	no. 3	(390)	(500)	18		
BJTP50	no. 2	Minimum 50	Minimum 57	12	180°	d ≤ 25 = 5 × d
	no. 3	(490)	(620)	24		d > 25 = 6 × d



Gambar 4.2 Hubungan tegangan dan regangan tulangan D8

Berdasarkan Gambar 4.2 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran pengujian kuat tarik baja.



Gambar 4.3 Hubungan tegangan dan regangan tulangan D6

Berdasarkan Gambar 4.3 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran pengujian kuat tarik baja.

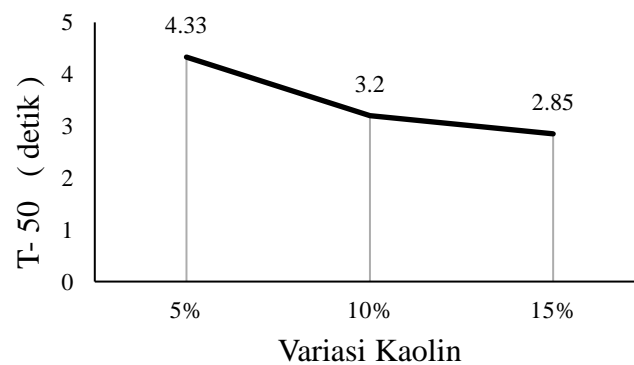
4.4. Hasil Pengujian Utama

4.4.1. Hasil pengujian fresh properties

Sebelum melakukan pencetakan beton pada silinder cetakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian sifat-sifat beton segar. Pada *Self-Compacting Concrete (SCC)* banyak sekali pilihan pengujian sifat beton segar untuk mengetahui kemampuan mengisi (*filling ability*), kemampuan mengalir (*flowability blocking*), Kemampuan melewati (*passing ability*), stabilitas maupun segregasi. Pada penelitian ini, dilakukan 5 pengujian sifat-sifat beton segar, yaitu pengujian *Slum flow*, *T-50*, *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Adapun hasil yang didapatkan dari pengujian sifat-sifat beton segar tersaji pada Tabel 4.4. Maka dari hasil pengujian tersebut *SCC* menggunakan tambahan kaolin pada semen telah masuk dalam klasifikasi batas-batas sifat beton segar *European Federation Of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products (EFNARC)* kecuali pada pengujian *J-Ring*. Standar yang telah ditetapkan *EFNARC* diameter akhir pada pengujian *J-Ring* ± 10 mm diukur dari garis lingkaran diameter 500 mm, sedangkan hasil yang didapatkan dari ketiga variasi kaolin 5%, 10%, dan 15% untuk total diameter akhir berturut-turut yaitu sebesar 630 mm, 670 mm, dan 720 mm, dengan demikian hasil pengukuran akhir dari garis lingkaran diameter 500 mm didapatkan hasil *J-Ring* 130 mm, 170 mm, dan 220 mm sehingga tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan (*EFNARC*, 2002).

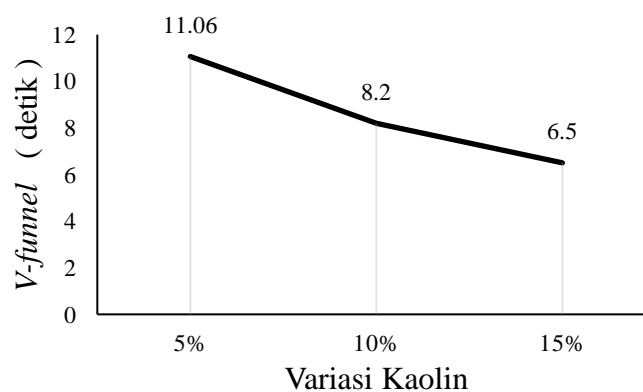
Tabel 4.5 Hasil pengujian fresh properties berdasarkan variasi kaolin

Variasi	$T_{50\text{cm}}$	<i>V-Funnel</i>	<i>L-Box</i> H_2/H_1	<i>Slum flow</i>	<i>J-Ring</i>
5 %	4,33 detik	11,06 detik	0,82 cm	660 mm	130 mm
10 %	3,20 detik	8,20 detik	0,90 cm	690 mm	170 mm
15 %	2,85 detik	6,50 detik	0,95 cm	750 mm	220 mm



Gambar 4.4 Hasil uji T-50 dengan penambahan variasi kaolin

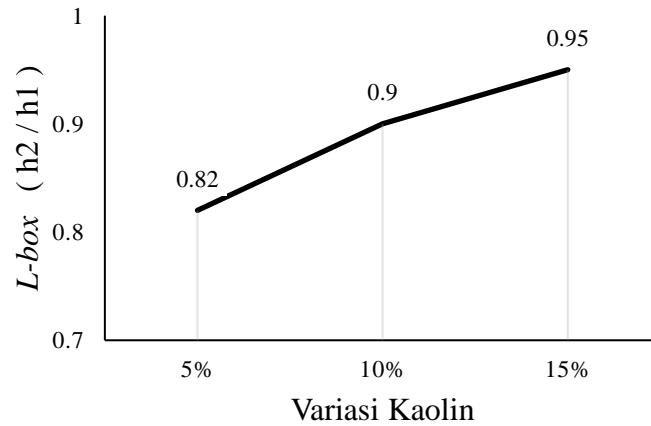
Gambar 4.4 menunjukkan hasil dari pengujian beton segar *T-50*, dari variasi kaolin 5%, 10%, dan 15% didapatkan hasil berturut-turut yaitu 4,33 detik, 3,2 detik, dan 2,85 detik. Dengan demikian dari masing-masing variasi beton segar *SCC* sudah memenuhi standar yang di tentukan oleh *EFNARC* (2002).



Gambar 4.5 Hasil uji V-Funnel dengan penambahan variasi kaolin

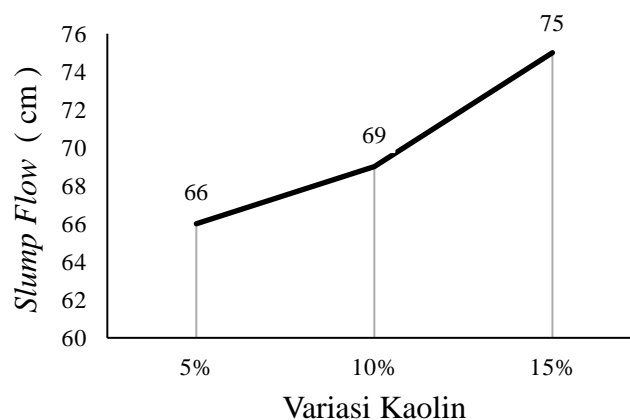
Gambar 4.5 menunjukkan hasil dari pengujian beton segar *V-Funnel*. Hasil pengujian dari ketiga variasi kaolin berbeda-beda yaitu, untuk variasi 5% didapatkan dengan catatan waktu 11,06 detik, untuk variasi kaolin 10% didapatkan

dengan catatan waktu 8,20 detik, dan untuk variasi kaolin 15% didapatkan dengan catatan waktu 6,50 detik. Dengan demikian dari masing-masing variasi beton segar SCC sudah memenuhi standar yang di tentukan oleh *EFNARC* (2002).



Gambar 4.6 Hasil uji L-Box dengan penambahan variasi kaolin

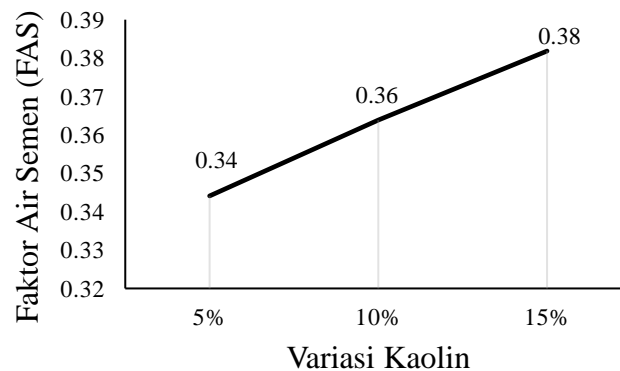
Gambar 4.6 menunjukkan hasil dari pengujian beton segar *L-Box*. Hasil yang didapatkan pada penambahan ketiga variasi kaolin 5%, 10%, dan 15% adalah berturut-turut yakni 0,82 cm, 0,9 cm, dan 0,95 cm. Dengan demikian dari masing-masing variasi beton segar SCC sudah memenuhi standar yang di tentukan oleh *EFNARC* (2002).



Gambar 4.7 Hasil uji slum flow dengan penambahan variasi kaolin

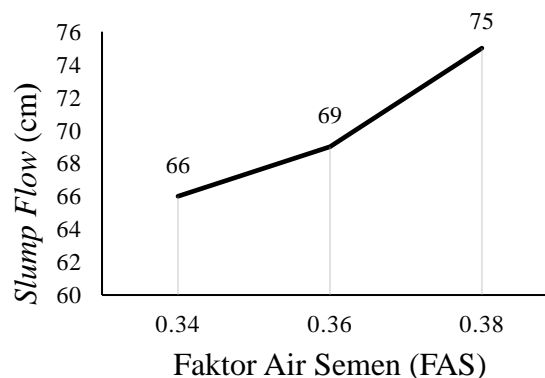
Gambar 4.7 Menunjukkan hasil dari pengujian beton segar *slump flow* meningkat saat persentase kaolin ditambah. Secara umum semakin besar persentase kaolin dalam campuran SCC maka semakin cepat beton segar mencapai diameter 50 cm. Nilai slump flow yang diperoleh adalah sebesar 66 cm,

79 cm, dan 75 cm. Dengan demikian dari masing-masing variasi beton segar SCC sudah memenuhi standar yang ditentukan menurut *EFNARC* (2002).



Gambar 4.8 Hubungan variasi kaolin dengan nilai FAS beton

Gambar 4.8 Menunjukkan bahwa jika variasi kaolin semakin tinggi maka kebutuhan air juga semakin meningkat dilihat dari nilai FAS yang semakin naik mengikuti presentase kaolin yang digunakan.



Gambar 4.9 Hubungan FAS dengan nilai *Slump flow*

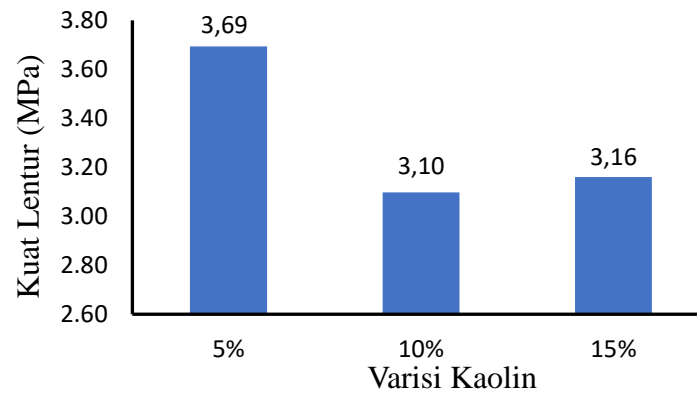
Gambar 4.9 Menunjukkan bahwa jika nilai FAS semakin tinggi maka nilai pengujian *Slum flow* juga semakin tinggi.

4.4.2. Pengujian Kuat Lentur Balok

Dari pengujian kuat lentur balok dengan variasi *kaolin* 5%, 10%, dan 15% dengan umur 28 hari dengan nilai rata-rata berturut-turut adalah 3,69 MPa; 3,10 MPa; 3,16 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa campuran *kaolin* 5 % adalah yang terbesar dengan kuat lentur 3,69 Mpa. Hasil pengujian kuat lentur balok dapat dilihat pada Tabel 4.6 Perbandingan variasi kaolin dengan kuat tekan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.10.

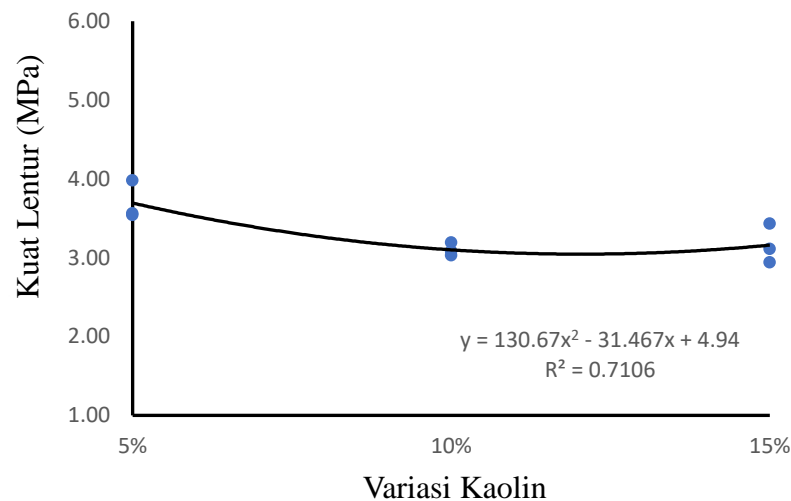
Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat lentur balok

Jenis Beton	Kode	Peak Point (kg)	demensi (cm)			Peak Point (Newton)	Tegangan lentur (MPa)	Rata-rata Kuat Lentur (MPa)
			b	H	L			
Kaolin 5%	I1	2113,2	152	152	600	20730,49	3,54	3,69
	I2	2375,7	152	152	600	23305,62	3,98	
	I3	2081,40	151	151	600	20418,53	3,56	
Kaolin 10%	S1	1851,75	152	152	595	18165,67	3,08	3,10
	S2	2049,75	155	155	590	20108,05	3,19	
	S3	1761,90	151	151	603	17284,24	3,03	
Kaolin 15%	T1	1969,35	150	150	600	19319,32	3,43	3,16
	T2	1782,15	150	150	600	17482,89	3,11	
	T3	1684,35	150	150	600	16523,47	2,94	



Gambar 4.10 Hubungan kuat lentur dengan variasi kaolin

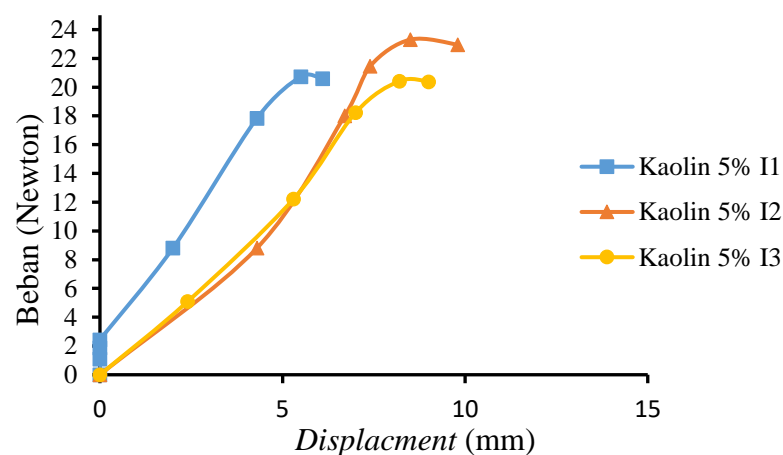
Perbandingan grafik regresi polinomial kuat lentur dengan variasi *kaolin* 5%, 10% dan 15% dapat dilihat pada Gambar 4.11 dengan nilai optimum berada pada campuran 5% dengan nilai 3,69 MPa.



Gambar 4.11 Hubungan Variasi kaolin dan kuat lentur

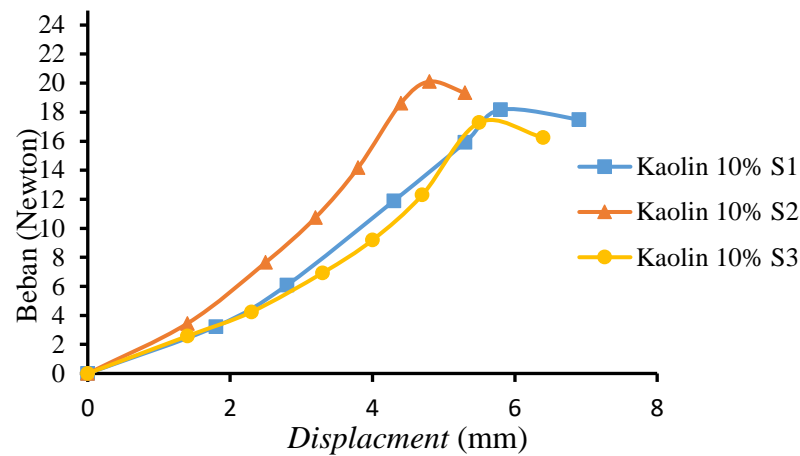
Dari hasil pengujian kuat lentur beton SCC dengan campuran *kaolin* dapat membandingkan hubungan beban dan *displacement* atau waktu proses lendutan balok dimana dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, Gambar 4.14 bahwa beton dengan campuran *kaolin* 5% adalah nilai dengan proses lendutan terlama. Perbandingan variasi kaolin dengan lendutan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.15. Perbandingan regresi polinomial *displacement* dengan variasi *kaolin* 5%, 10% dan 15% dapat dilihat pada Gambar 4.15.

Pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa beton (SCC) dengan variasi kaolin 5% yang memiliki *displacement* terendah ada pada benda uji kaolin 5% I1.



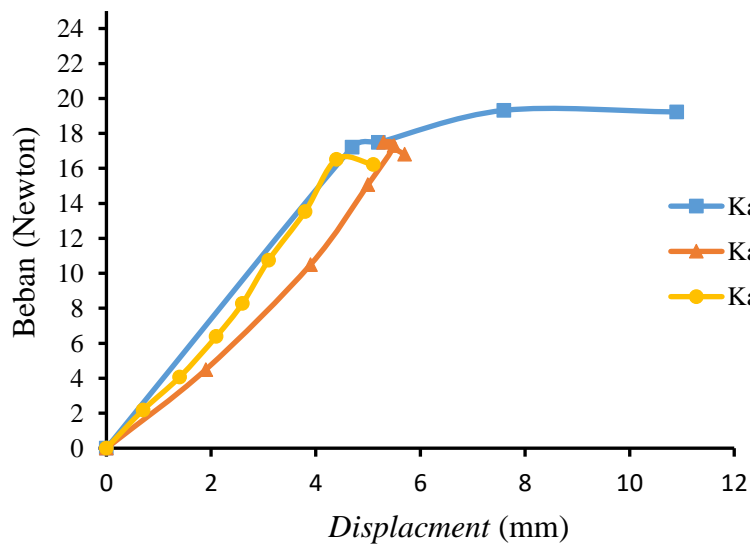
Gambar 4.12 Hubungan antara beban dan *displacement* dengan variasi kaolin 5%

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa beton (SCC) dengan variasi kaolin 10% yang memiliki *displacement* terendah ada pada benda uji kaolin 10% S2.



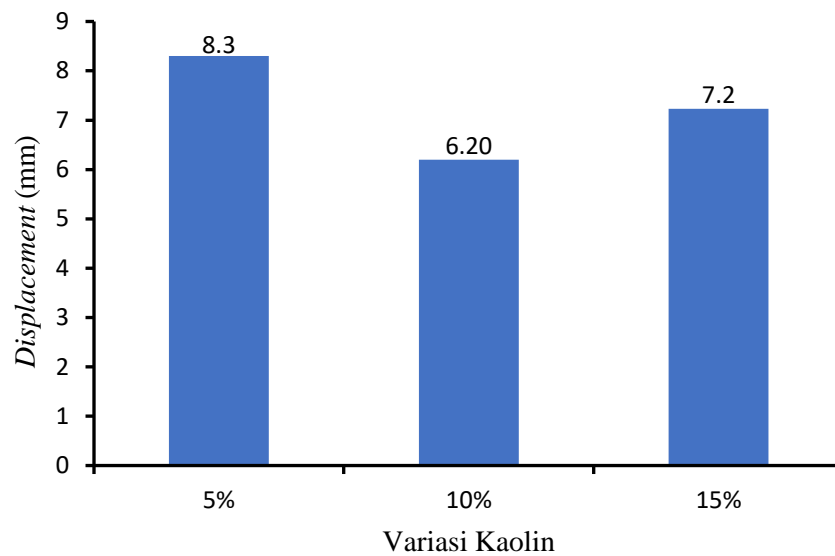
Gambar 4.13 Hubungan antara beban dan *displacement* dengan variasi kaolin 10%

Pada Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa beton (SCC) dengan variasi kaolin 15% yang memiliki *displacement* terendah ada pada benda uji kaolin 15% T2.

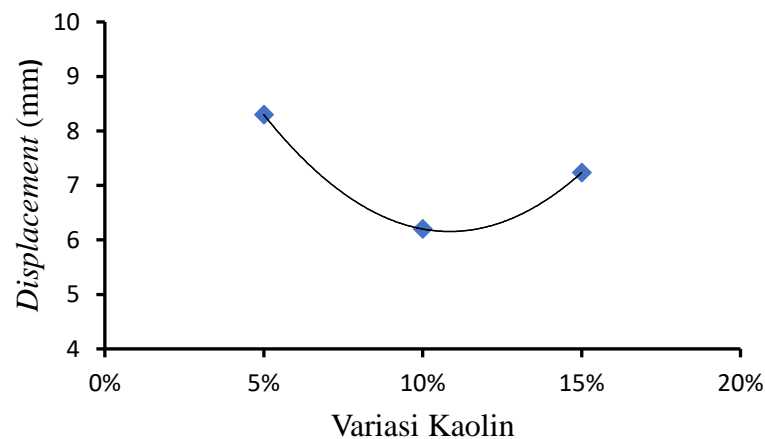


Gambar 4.14 Hubungan antara beban dan *displacement* dengan variasi kaolin 15%

Pada Gambar 4.15 menunjukkan rata-rata *displacement* dari setiap variasi dari hasil pengujian variasi 5% memiliki *displacement* terbesar dengan nilai 8,3 mm.



Gambar 4.15 Hubungan antara *displacement* dan varias kaolin

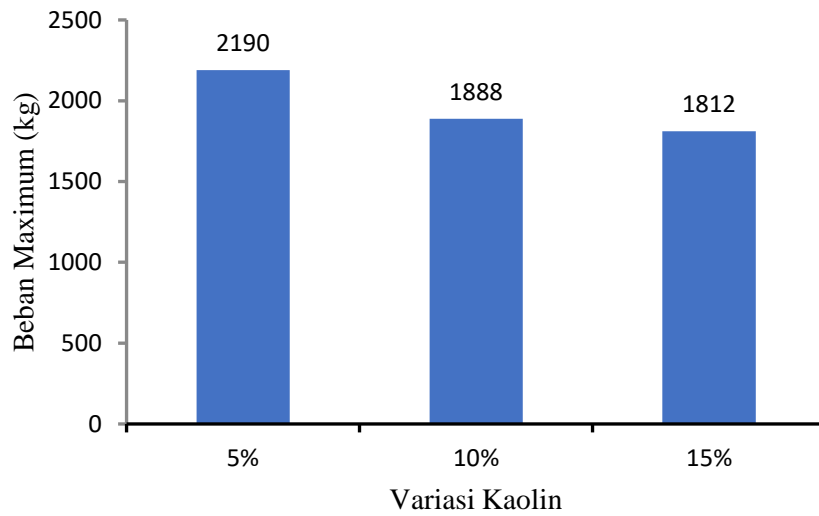


Gambar 4.16 Regresi polinomial peningkatan *displacement* variasi kaolin

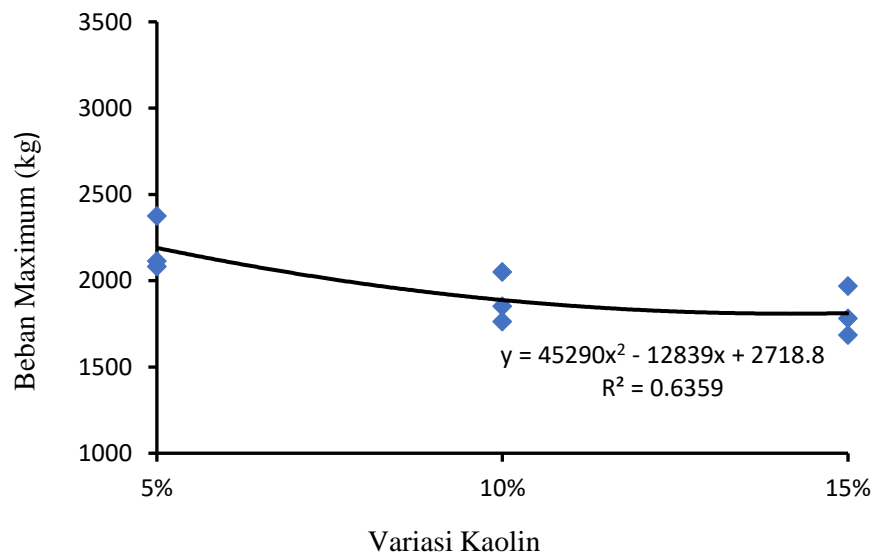
Merujuk Gambar 4.16 perbandingan grafik regresi polinomial *displacement* dengan variasi kaolin dapat dilihat bahwa *displacement* terendah terdapat pada variasi kaolin 10%, sedangkan variasi kaolin 15% jauh lebih tinggi dari variasi 10% tetapi tidak lebih tinggi dari variasi 5%.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dilaboratorium diperoleh berdasarkan perbandingan kuat lentur rata-rata terhadap variasi limbah *kaolin* didapatkan hasil terbesar adalah pada campuran 5% sesuai dengan gambar 4.16 grafik perbandingan kuat lenutr berdasarkan variasi kaolin. Perbandingan grafik regresi polinomial kuat

lentur dengan variasi *kaolin* 5%, 10% dan 15% dapat dilihat pada Gambar 4.17 dengan nilai optimum berada pada campuran 5% dengan nilai 3,69 MPa.

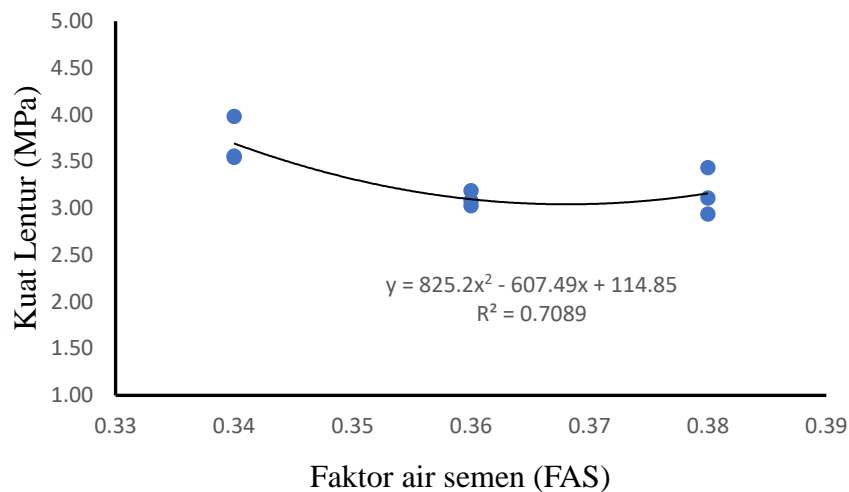


Gambar 4.17 Hubungan antara beban maximum dengan Variasi kaolin



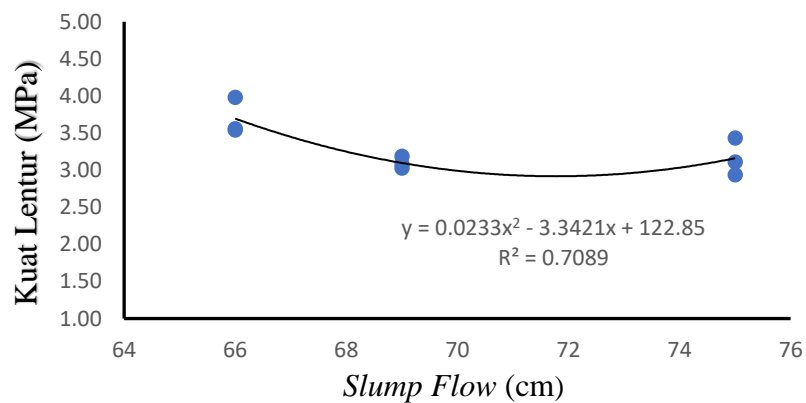
Gambar 4.18 Hubungan peningkatan beban maximum dengan variasi kaolin

Dilihat pada Gambar 4.18 rentang variasi kaolin 5%, 10%, dan 15% kadar variasi 5% memiliki beban maksimum yang paling besar dengan nilai beban maksimum 2190 kg.



Gambar 4.19 Hubungan kadar FAS dengan kuat lentur beton

Gambar 4.19 Berdasarkan persamaan $y = 825,2x^2 - 607,49x + 114,85$ dapat diperoleh nilai FAS optimum dari rentang variasi kaolin antara 5%, 10%, hingga 15% yaitu pada nilai FAS 0.34 sebesar 3,98 MPa . Dari perhitungan persamaan tersebut menjelaskan semakin besar penambahan nilai FAS, semakin kecil nilai kuat lentur yang didapatkan atau dapat dikatakan menurun.

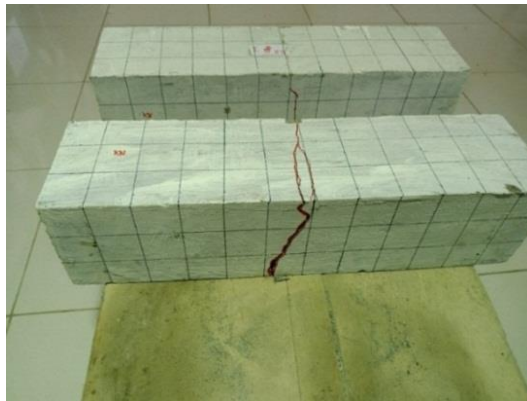


Gambar 4.20 Hubungan pengujian *Slump flow* dengan kuat lentur beton

Gambar 4.20 Berdasarkan persamaan $y = 0,0233x^2 - 3,3421x + 122,85$ dapat diperoleh nilai *Slump flow* optimum dari rentang kadar variasi kaolin antara 5%, 10%, hingga 15% yaitu pada nilai *Slump flow* 66 cm sebesar 3,98 MPa . Dari perhitungan persamaan tersebut menjelaskan semakin besar penambahan nilai *Slump flow* semakin kecil nilai kuat lentur yang didapatkan atau dapat dikatakan menurun.

4.4.3. Pola Keruntuhan Balok

Pada saat pengujian kuat lentur di laboratorium rata-rata pola retak yang terjadi adalah retak lentur atau retak vertikal memanjang dari sisi tarik balok mengarah keatas sampai daerah sumbu netralnya, adapun beton dengan campuran kaolin 5% mengalami retak rambut pada 2375 kg dan untuk campuran kaolin 10% terjadi retak rambut pada beban 2049 kg serta 1969 kg untuk kaolin dengan variasi 15%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.19 untuk variasi kaolin 5%, Gambar 4.20 untuk variasi kaolin 10%, Gambar 4.21 untuk variasi kaolin 15%.



Gambar 4.21 Pola retakan dengan variasi kaolin 5%



Gambar 4.22 Pola retakan dengan variasi kaolin 10%



Gambar 4.23 Pola retakan dengan variasi kaolin 15%

