

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, terdapat hasil pengujian bahan material maupun benda uji dengan hasil yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Berikut disajikan hasil pengujian agregat halus meliputi kadar air SSD, Berat jenis SSD, dan modulus kehalusan butir. Prosedur yang digunakan mengacu pada SNI-2834-2000.

a. Kadar Air Agregat Halus SSD

Kadar air SSD pada agregat sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan berat agregat setelah kering oven maka semakin banyak pula air yang dikandung oleh agregat tersebut dan sebaliknya. Berikut hasil pengujian kadar air agregat halus merapi:

Tabel 7. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus SSD

No.	Sampel	A (gram)	B (gram)	C (%)	Rata-Rata Kadar Air (%)
1	Agr21egat Halus 1	100	96.7	3.41	
2	Agregat Halus 2	100	96.6	3.52	3.41
3	Agregat Halus 3	100	96.8	3.30	

Ket : A (Berat mula-mula agregat halus SSD)

B (Berat kering oven agregat halus SSD)

$$C = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

b. Berat Jenis Agregat Halus SSD

Berat jenis adalah perbandingan berat suatu benda dengan berat air murni pada volume yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis agregat tergantung oleh jenis batuan, susunan mineral agregat, struktur butiran dan porositas batuan. Adanya hasil data dari pengujian berat jenis agregat halus pada

proses mix beton ialah sebagai acuan untuk memperoleh nilai agregat campuran. Berikut hasil pengujian berat jenis agregat halus pasir merapi :

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus SSD

No.	Sampel	A (gr)	B (ml)	C (gr/ml)	Rata-Rata Berat Jenis (gr/ml)
1	Agregat Halus 1	100	39	2.56	
2	Agregat Halus 2	100	38	2.63	2.59
3	Agregat Halus 3	100	38.5	2.59	

Ket : A (Berat kering oven agregat halus SSD)

B (Volume Agregat Halus SSD)

$$C = \frac{A}{B}$$

c. Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar Lumpur merupakan suatu zat agregat sangat halus yang berukuran lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200). Dalam mix beton adanya lumpur dalam campuran agregat halus dapat mempengaruhi kekuatan beton, maka dari itu SNI-2834-2000 mengisyaratkan bahwa kadar lumpur yang terdapat dalam suatu campuran agregat halus tidak boleh melebihi 5 % (terhadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 5 % maka agregat halus harus dicuci. Berikut hasil pengujian kadar lumpur agregat halus merapi:

Tabel 9. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus SSD

No.	Sampel	A (gram)	B (gram)	C (%)	Rata-Rata Kadar Lumpur (%)
1	Agregat Halus 1	100	99.4	0.60	
2	Agregat Halus 2	100	99.1	0.90	0.84
3	Agregat Halus 3	100	99	1	

Ket : A (Berat Kering oven 1 agregat halus SSD)

B (Berat kering oven 2 agregat halus SSD)

$$C = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

d. Modulus Kehalusan Butir Agregat Halus

Pengujian terhadap modulus kehalusan butir agregat halus (pasir) merupakan agregat yang lolos oleh saringan diameter 4,75 mm atau saringan No.4. Nilai modulus kehalusan butir dapat dikategorikan sebagai agregat halus apabila memenuhi nilai antara 1,50 sampai 3,80 (Kardiyono, 2007). Data pengujian modulus kehalusan butiran agregat halus merapi dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Berikut hasil pengujian modulus kehalusan agregat halus merapi :

Tabel 10. Modulus Kehalusan Butir Sampel 1

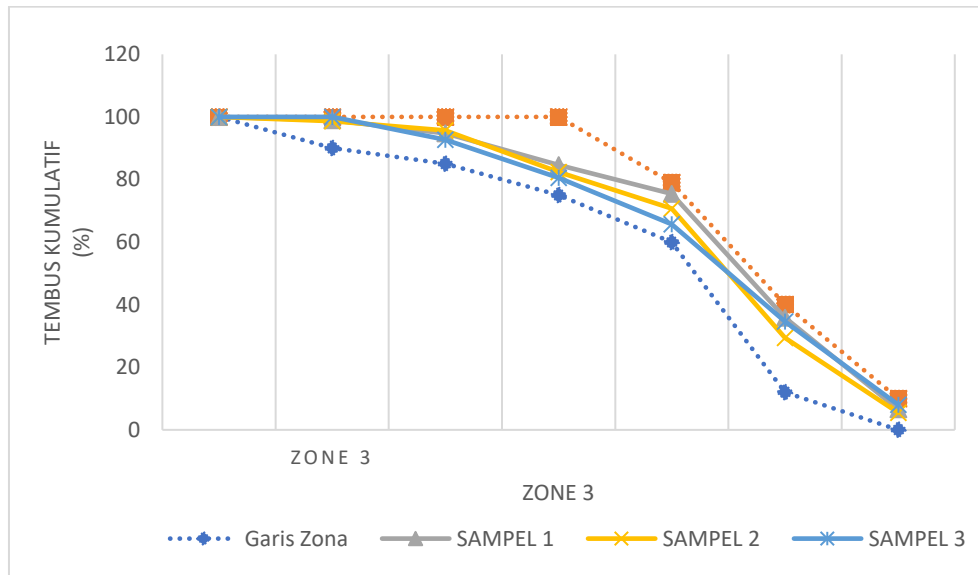
Ukuran (mm)	Berat tertinggal (gr)	Tertinggal (%)	Tertinggal Kumulatif (%)	Tembus Kumulatif (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	10.72	1.07	1.07	98.92
2.36	41.58	4.17	5.25	94.75
1.18	101.25	10.16	15.41	84.59
0.60	90.89	9.12	24.53	75.47
0.30	395.3	39.66	64.19	35.80
0.15	291.51	29.25	93.44	6.56
<0.15	65.35	6.56	-	-
Jumlah	996.6	100	203.893237	-
MKB	2.03			

Tabel 11. Modulus Kehalusan Butir Sampel 2

Ukuran (mm)	Berat tertinggal (gr)	Tertinggal (%)	Tertinggal Kumulatif (%)	Tembus Kumulatif (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	13.3	1.38	1.38	98.66
2.36	29.95	3.01	4.35	95.65
1.18	131.5	13.23	17.58	82.42
0.60	116.2	11.69	29.26	70.73
0.30	411.2	41.36	70.62	29.38
0.15	237.37	23.87	94.49	5.50
<0.15	54.7	5.50	-	-
Jumlah	994.22	100	217.65	-
MKB	2.17			

Tabel 12. Modulus Kehalusan Butir Sampel 3

Ukuran (mm)	Berat tertinggal (gr)	Tertinggal (%)	Tertinggal Kumulatif (%)	Tembus Kumulatif (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	72.38	7.27	7.27	92.73
1.18	121.25	12.18	19.46	80.54
0.60	147.67	14.84	34.29	65.70
0.30	309.05	31.05	65.35	34.65
0.15	265	26.62	91.97	8.02
<0.15	79.85	8.02	-	
Jumlah	995.2	100	218.35	
MKB	2.18			



Gambar 57. Zone 3 Agregat Halus

Berdasarkan grafik zone pasir diatas, semua sampel uji masuk kedalam zone 3 yang ditandai dengan grafik merah, serta berdasarkan hasil pengujian agregat halus merapi sampel uji memiliki modulus halus (MHB) rata-rata sebesar 2.13.

2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Hasil pengujian berikut disajikan hasil pengujian agregat kasar meliputi kadar air SSD, Berat jenis SSD, serta kadar lumpur. Prosedur yang digunakan menurut SNI-2834-2000.

a. Kadar Air Agregat Kasar SSD

Kadar air SSD pada agregat sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan berat agregat setelah kering oven maka semakin banyak pula air yang dikandung oleh agregat tersebut dan sebaliknya. Berikut hasil pengujian kadar air agregat kasar progo:

Tabel 13. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar SSD

No.	Sampel	A (gram)	B (gram)	C (%)	Rata-Rata Kadar Air (%)
1	Agregat Kasar 1	100	97.3	2.78	
2	Agregat Kasar 2	100	96.8	3.31	3.42
3	Agregat Kasar 3	100	96	4.17	

Ket : A (Berat mula-mula agregat kasar SSD)

B (Berat kering oven agregat kasar SSD)

$$C = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

b. Berat Jenis Agregat Halus SSD

Berat jenis adalah perbandingan berat suatu benda dengan berat air murni pada volume yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis agregat tergantung oleh: jenis batuan, susunan mineral agregat, struktur butiran dan porositas batuan. Adanya hasil data dari pengujian berat jenis agregat halus pada proses mix beton ialah sebagai acuan untuk memperoleh nilai agregat campuran. Berikut hasil pengujian berat jenis agregat kasar progo:

Tabel 14 . Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar SSD

No.	Sampel Agregat Halus	A (gr)	B (ml)	C (gr/ml)	Rata-Rata Berat Jenis (gr/ml)
1	Agregat Halus 1	100	39	2.56	
2	Agregat Halus 2	100	41	2.44	2.5
3	Agregat Halus 3	100	40	2.5	

Ket : A (Berat kering oven agregat kasar SSD)

B (Volume Agregat kasar SSD)

$$C = \frac{A}{B}$$

e. Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar Lumpur merupakan suatu zat agregat sangat halus yang berukuran lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200). Dalam mix beton adanya lumpur dalam campuran agregat halus dapat mempengaruhi kekuatan beton, maka dari itu SNI-2834-2000 mengisyaratkan bahwa kadar lumpur yang terdapat dalam suatu campuran agregat halus tidak boleh melebihi 1 % (terhadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 1 % maka agregat harus dicuci. Berikut hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar progo:

Tabel 15. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar SSD

No.	Sampel Agregat Halus	A (gram)	B (gram)	C (%)	Rata-Rata Kadar Lumpur (%)
1	Agregat Halus 1	100	100	0	
2	Agregat Halus 2	100	99.9	0.10	0.10
3	Agregat Halus 3	100	99.8	0.20	

Ket : A (Berat Kering oven 1 agregat kasar SSD)

B (Berat kering oven 2 agregat kasar SSD)

$$C = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

3. Proporsi Campuran Bahan

Sebelum melakukan pengecoran dan pembuatan benda uji perlu mengetahui proporsi campuran atau komposisi bahan yang sesuai dengan target penelitian. Prosedur campuran atau komposisi bahan disertakan dalam lampiran 10. Berikut merupakan hasil dari proporsi bahan :

a. Kebutuhan bahan tiap m^3

Berdasarkan hasil rancang campur beton normal yaitu, SNI 03-2834-2000 didapatkan komposisi bahan sebagai berikut:

Tabel 16. Kebutuhan Bahan tiap m^3

Bahan	$f'c$ 20 MPa
Fas	0,6
Air (l)	184.9
Semen (kg)	308.17
Agregat halus (kg)	572.55
Agregat kasar (kg)	1274.38
Berat jenis (kg/m^3)	2340

b. Kebutuhan bahan 1 adukan

Perhitungan bahan pada tiap adukan perlu dilakukan agar pemakaian bahan lebih efektif. Untuk mengetahui kebutuhan bahan pada tiap silinder beton harus diukur terlebih dahulu, berikut perhitungan volume silinder beton :

1) Volume Silinder

Volume satu silinder beton adalah $0.0053 m^3$, untuk kebutuhan volume silinder beton berjumlah 4 buah silinder maka total kebutuhan volume silinder untuk satu kali pengecoran ialah 0.0212

2) Volume Balok

Volume untuk satu kali pengecoran sebesar $0.005 m^3$, pada pengecoran balok terdiri atas 3 varian yaitu:

Tabel 17. Kebutuhan Volume Balok

Jenis Balok	Jumlah	Volume (m ³)
SN	0.005 x 3	0.0075
SB	0.005 x 3	0.0075
F0	0.005 x 1	0.005
Jumlah		0.02

Ket: SN (Balok Sambungan Siku Normal)

SB (Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Tamnah Perekat)

F0 (Balok Kontrol)

Maka total volume balok dan silinder ialah $0.02 + 0.0212 = 0.0412 \text{ m}^3$

3) Kebutuhan material

Berdasarkan hasil perhitungan volume adukan dan proporsi campuran serta guna mencegah kurangnya material saat pengecoran hasil hitungan volume diperbanyak sebesar 15%, maka didapatkan kebutuhan material sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume akhir} &= \text{volume adukan} + (\text{volume adukan} \times 15\%) \\
 &= 0.0412 + (0.0412 \times 15\%) \\
 &= 0.04738 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan 1 adukan diatas maka pada Tabel berikut disajikan kebutuhan material 1 adukan SNI 2000 sebagai berikut:

No	Bahan	Satuan	f'c 20 MPa
	Fas		0.6
	Air	Liter	8.76
	Semen	kg	14.6
	Agregat Halus	kg	27.13
	Agregat Kasar	kg	60.38
	Volume	m ³	0.04738

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan beton yang telah dibuat. Varian kuat tekan beton dibedakan berdasarkan umur beton yaitu 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Setiap varian umur dibuat spesimen beton sebanyak 4 buah, 2 benda uji di tekan sesuai umur beton dan 2 benda uji di tekan pada usia umur 28 hari sebagai perbandingan hasil uji tekan. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian dilaksanakan menggunakan mesin tekan beton. Prosedur pengujian berdasarkan SNI 1974:2011. Berikut hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan 25 Mpa berbagai umur:

a. Kuat tekan umur 3 hari

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan 25 Mpa pada umur 3 hari disajikan pada tabel 19 berikut:

Tabel 19. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rencana 20 MPa dan 25 MPa Umur 3 Hari

Keterangan Pengecoran	Kode Spesimen	Diameter (cm)	Luas (mm²)	P (N)	Fc' 28 Hari (Mpa)
1	B03-20-01	14,89	17416,09	165000	23,68
	B03-20-02	14,99	17650,73	150000	21,24
2	B03-25-03	15,13	17686,06	180000	25,44
	B03-25-04	14,99	17768,63	200000	28,14

b. Kuat tekan umur 7 hari

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 Mpa dan 25 MPa pada umur 7 hari disajikan pada tabel 20 berikut:

Tabel 20. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rencana 20 MPa dan 25 MPa Umur 7 Hari

Keterangan Pengecoran	Kode Spesimen	Diameter (cm)	Luas (mm²)	P (N)	Fc' 28 Hari (Mpa)
1	B07-20-01	14,96	17580,17	240000	21
	B07-20-02	14,77	17662,5	250000	22,44
2	B07-25-03	15,84	17299,36	290000	25,44
	B07-25-04	14,94	17533,21	260000	22,81

c. Kuat tekan umur 14 hari

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan 25 Mpa pada umur 14 hari disajikan pada tabel 21 berikut :

Tabel 21. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rencana 20 MPa dan 25 MPa Umur 14 Hari

Keterangan Pengecoran	Kode Spesimen	Diameter (cm)	Luas (mm²)	P (N)	Fc' 28 Hari (Mpa)
1	B14-20-01	15,03	17404,4	320000	20,52
	B14-20-02	14,88	17603,67	340000	22,24
2	B14-25-03	14,94	17533,21	430000	27,87
	B14-25-04	14,87	17369,35	400000	26,17

d. Kuat tekan umur 21 hari

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan 25 MPa pada umur 21 hari disajikan pada tabel 22 berikut:

Tabel 22. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rencana 20 MPa dan 25 MPa Umur 21 Hari

Keterangan Pengecoran	Kode Spesimen	Diameter (cm)	Luas (mm²)	P (N)	Fc' 28 Hari (Mpa)
1	B21-20-01	14,98	17603,67	405000	24,22
	B21-20-02	14,86	17334,34	400000	24,29
2	B21-25-03	14,90	17427,78	450000	27,17
	B21-25-04	14,80	17404,39	480000	28,97

e. Kuat tekan umur 28 hari

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan 25 MPa pada umur 28 hari disajikan pada tabel 23 berikut:

Tabel 23. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rencana 20 MPa dan 25 MPa Umur 28 Hari

Keterangan Pengecoran	Kode Spesimen	Diameter (cm)	Luas (mm²)	P (N)	Fc' 28 Hari (Mpa)
1	B28-20-01	14,80	17194,64	370000	21,52
	B28-20-02	14,88	17427,79	400000	22,95
2	B28-25-03	14,89	17416,09	420000	24,40
	B28-25-04	14,89	17404,39	440000	25,28

5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Normal (SN)

a. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Normal (SN).

Kuat lentur beton adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen beton sebagai akibat adanya beban transversal. Aksi lentur menyebabkan serat pada permukaan elemen memanjang mengalami tarik dan tekan. Tegangan ini bekerja tegak lurus pada permukaan penampang struktur besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian dilaksanakan menggunakan mesin UTM. Prosedur pengujian berdasarkan SNI 03 2823:1992 dengan sistem

beban titik di tengah. Hasil pengujian kuat lentur pada benda uji balok dengan umur sambungan balok berbagai umur disajikan pada tabel 24 berikut:

Tabel 24. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Tanpa Bahan Perekat (SN)

Umur (hari)	Kode Balok	t (cm)	p (cm)	l (cm)	c (cm)	P (Kn)	Fr (MPa)	Rerata (Mpa)
3	SN-25-01	10	50.5	10	19.98	3.3	1.97	1.42
	SN-25-02	10.2	51	10.1	19.00	1.75	0.95	
	SN-25-03	10.1	50.8	10.2	20.00	2.38	1.35	
7	SN-25-04	10.1	50.5	10.15	20.00	1.44	0.83	1.35
	SN-25-05	10.15	50.8	10.1	20.90	2.57	1.55	
	SN-25-06	10.10	50.4	10	20.70	2.70	1.67	
14	SN-25-07	10	50.45	10.15	21.00	1.54	0.94	1.86
	SN-25-08	9.85	10.75	10.45	21.33	4.71	2.80	
	SN-25-09	10.20	50.85	10.6	19.83	3.57	1.85	
21	SN-25-10	10	50.2	10.1	20.28	4.55	2.71	2.25
	SN-25-11	10	50.5	10	19.70	3.19	1.88	
	SN-25-12	10.4	50.4	10.1	19.80	5.34	2.98	
28	SN-25-13	10	50.1	10.25	20.40	1.55	0.90	1.47
	SN-25-14	10.15	50.2	10.20	20.03	3.93	2.23	
	SN-25-15	10	50.15	10.10	20.18	2.2	1.30	

6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat (SB)

a. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat (SB)

Pengujian kuat tekan lentur ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur yang telah dibuat. Varian umur penyambungan kuat lentur balok dibedakan berdasarkan umur sambungan balok pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Setiap varian umur dibuat spesimen beton sebanyak 3 buah, dengan data-data yang diperoleh yaitu lebar balok (l), panjang balok (p), tinggi balok (t), jarak patah balok (c), beban

maksimum balok (P), kuat lentur balok (fr). Hasil pengujian kuat lentur pada benda uji balok dengan umur sambungan balok berbagai umur disajikan pada tabel 25 berikut:

Tabel 25. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Tanpa Bahan Perekat (SB)

Umur (hari)	Kode Balok	t (cm)	p (cm)	l (cm)	c (cm)	P (Kn)	Fr (MPa)	Rerata (Mpa)
3	SB-25-01	10.1	50	10	19.93	2.74	1.62	1.61
	SB-25-02	10	50.5	10	20.83	2.69	1.68	
	SB-25-03	10.1	50.3	10	21.13	2.46	1.55	
7	SB-25-04	10.1	50.1	10.1	20.25	1.11	0.65	0.76
	SB-25-05	10.15	50.8	10.1	21.35	1.77	1.02	
	SB-25-06	10.10	50.4	10	20.35	1.04	0.62	
14	SB-25-07	10.1	50.8	10.25	20.08	1.27	0.72	0.85
	SB-25-08	10.4	50.4	10.15	21.28	1.39	0.82	
	SB-25-09	9.85	50.1	10.6	19.15	1.97	1.02	
21	SB-25-10	10	50.2	10	20.98	2.49	1.56	1.71
	SB-25-11	10.1	50.25	10	19.70	2.57	1.50	
	SB-25-12	10.1	50.3	10	19.98	3.51	2.08	
28	SB-25-13	10.1	50.1	10.2	20.40	2.81	1.63	1.25
	SB-25-14	10.15	50	10	19.40	1.84	1.05	
	SB-25-15	10.15	49.95	10.2	20.48	1.84	1.07	

7. Hasil Analisis Perbandingan Terhadap Kontrol

a. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Kontrol

Tabel 26. Variasi Balok Beton

Jenis Balok	Umur Sambungan				
	3	7	14	21	28
F0 20 MPa	3,19	4,28	3,93	2,78	4,51
F0 25 MPa	3,02	3,79	2,17	3,87	3,79
SN	1,42	1,35	1,86	2,52	1,47
SB	1,61	0,76	0,85	1,71	1,25

Ket : F0 20 (Balok Kontrol Fc 20 MPa)

F0 25 (Balok Kontrol Fc 25 MPa)

SN (Balok Sambungan Siku Normal)

SB (Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat)

b. Hasil Analisis Kuat Lentur Balok Berbagai Variasi

Tabel 27. Persentase Perbandingan Selisih Balok Sambungan Siku Normal Terhadap Balok Kontrol 20 MPa

Umur Sambungan (Hari)	Variasi Sambungan		Persentase Selisih Kekuatan (%)
	SN	F0 20 MPa	
3	1,42	3,19	55,49
7	1,35	4,28	68,46
14	1,86	3,93	52,67
21	2,52	2,78	9,35
28	1,47	4,51	67,41
Rata – rata			50,67

Tabel 28. Persentase Perbandingan Selisih Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat Terhadap Balok Kontrol 20 MPa

Umur Sambungan (Hari)	Variasi Sambungan		Persentase Selisih Kekuatan (%)
	SB	F0 20 MPa	
3	1,61	3,19	49,53
7	0,76	4,28	82,24
14	0,85	3,93	78,37
21	1,71	2,78	38,49
28	1,25	4,51	72,78
Rata – rata			64,18

Tabel 29. Persentase Perbandingan Selisih Balok Sambungan Siku Normal Terhadap Balok Kontrol 25 MPa

Umur Sambungan (Hari)	Variasi Sambungan		Persentase Selisih Kekuatan (%)
	SN	F0 25 MPa	
3	1,42	3,02	52,98
7	1,35	3,79	64,38
14	1,86	2,17	14,29
21	2,52	3,87	34,88
28	1,47	3,79	61,21
Rata – rata			45,55

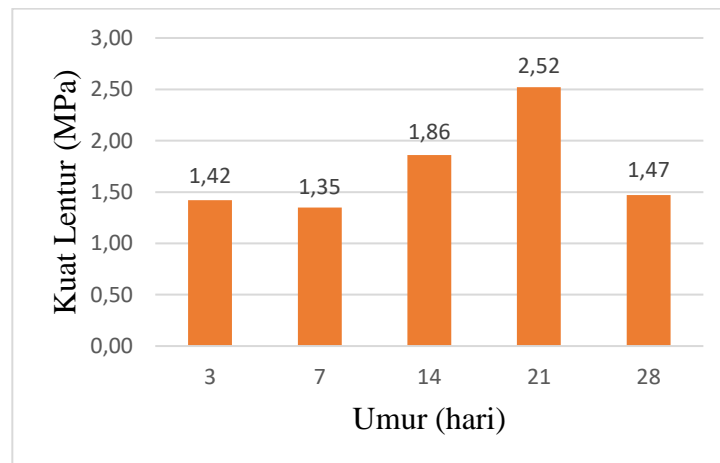
Tabel 30. Persentase Perbandingan Selisih Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat Terhadap Balok Kontrol 25 MPa

Umur Sambungan (Hari)	Variasi Sambungan		Persentase Selisih Kekuatan (%)
	SB	F0 25 MPa	
3	1,61	3,02	46,69
7	0,76	3,79	79,95
14	0,85	2,17	60,83
21	1,71	3,87	55,81
28	1,25	3,79	67,06
Rata – rata			62,06

B. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dijelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Pengaruh umur cor sambungan siku normal (SN) terhadap kuat lentur



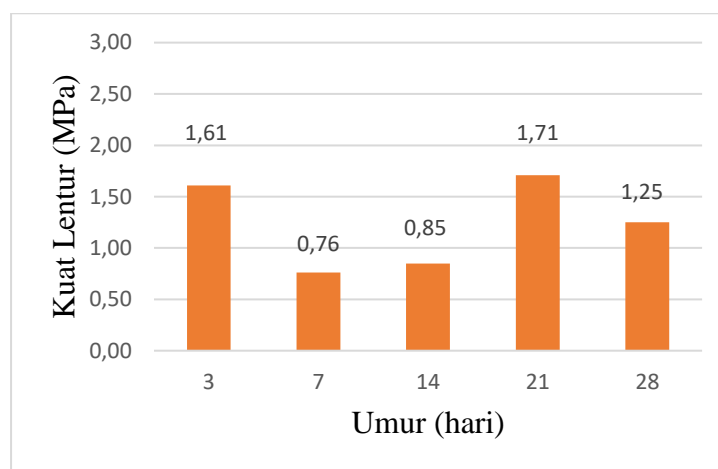
Gambar 58. Perbandingan Umur dan Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Normal

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok SN dari berbagai umur dapat terlihat pada gambar 58, bahwa pada umur 21 hari penyambungan balok SN memiliki nilai tertinggi yaitu 2,52 MPa, yang kemudian diikuti oleh umur 14 dan 28 hari yaitu dengan kuat lentur 1,86 dan 1,47 MPa. Untuk hasil Kuat lentur terendah berdasarkan hasil pengujian terlihat pada gambar 58 yaitu pada usia 7 dan 3 hari yaitu 1,35 dan 1,42 MPa.

Di dalam gambar terlihat bahwa pada umur 3-7 hari usia penyambungan mengalami penurunan kuat lentur, kemudian pada umur 14-21 hari kekuatan beton mengalami peningkatan, namun pada umur 21-28 hari kekuatan beton mengalami penurunan kembali. Alasan kenapa pada grafik umur 21-28 hari mengalami penurunan dikarenakan dari ketiga sampel benda uji balok beton terdapat salah satu balok beton yang mengalami cacat atau kerusakan. Sehingga mempengaruhi rata-rata kuat lentur dari ketiga benda uji tersebut, dan membuat kuat lentur menjadi turun.

Jumlah sampel yang relatif sedikit, juga menjadi salah satu penyebab yang membuat keterbatasan data. Jumlah sampel balok beton hanya berjumlah 3 pada setiap umur balok beton. Keterbatasan sampel ini mungkin menyebabkan pengaruh yang cukup besar apabila ada salah satu sampel benda uji yang mengalami kerusakan.

2. Pengaruh umur cor sambungan siku dengan bahan tambah perekat (SB) terhadap kuat lentur



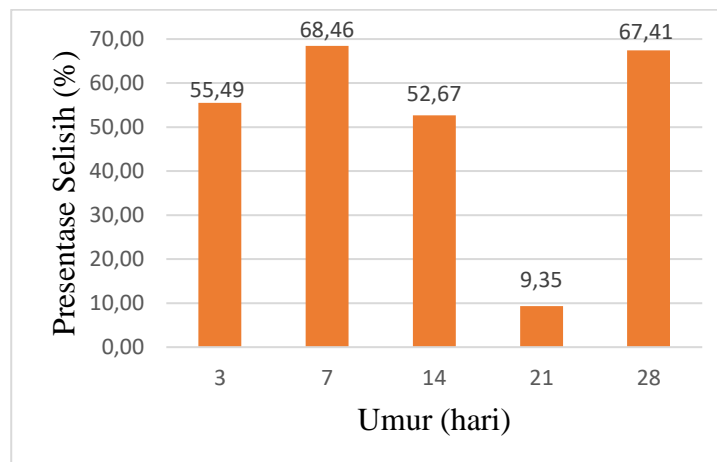
Gambar 59. Perbandingan Umur dan Kuat Lentur Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Tambah Perekat (SB)

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok dengan sambungan siku menggunakan bahan tambah perekat (SB) dari berbagai umur dapat terlihat bahwa pada umur 21 hari penyambungan memiliki nilai tertinggi yaitu 1,71 MPa, yang kemudian diikuti oleh umur 3, 28 serta 14 hari yaitu dengan kuat lentur 1,61; 1,25 dan 0,85 MPa. Untuk hasil kuat lentur terendah berdasarkan hasil pengujian terlihat pada Grafik 2 pada usia 7 hari yaitu 0,76 MPa.

Di dalam gambar terlihat bahwa pada usia penyambungan balok siku dengan bahan tambah (SB) pada umur 3-7 hari terjadi penurunan kuat lentur, namun setelah melebihi umur penyambungan umur 14 hari terjadi kenaikan hingga umur 21 hari sebagai titik puncak tertinggi, namun kuat lentur kembali menurun pada umur 28 hari.

Kasus pada sambungan balok siku (SB) ini sama dengan sambungan balok siku normal (SN) dimana kekuatan lentur balok pada umur 28 hari mengalami penurunan dan kekuatan tertinggi pada umur 21 hari. Berdasarkan analisa pada saat pemadatan beton, peneliti melakukan pemadatan dengan menggunakan alat manual yaitu tongkat besi, karena benda uji penelitian yang banyak karena penelitian ini yaitu penelitian kelompok yang berjumlah 6 orang mahasiswa yang masing masing mahasiswa memiliki 3 benda uji sambungan normal, 3 benda uji sambungan dengan bahan tambah, 1 benda uji balok kontrol untuk 20 MPa, 1 benda uji balok kontrol untuk 25 MPa, 4 silinder 20 MPa dan 4 silinder 25 MPa, hal ini mengakibatkan pada proses pemadatan beton yang terakhir kurang maksimal karena stamina dari peneliti berkurang.

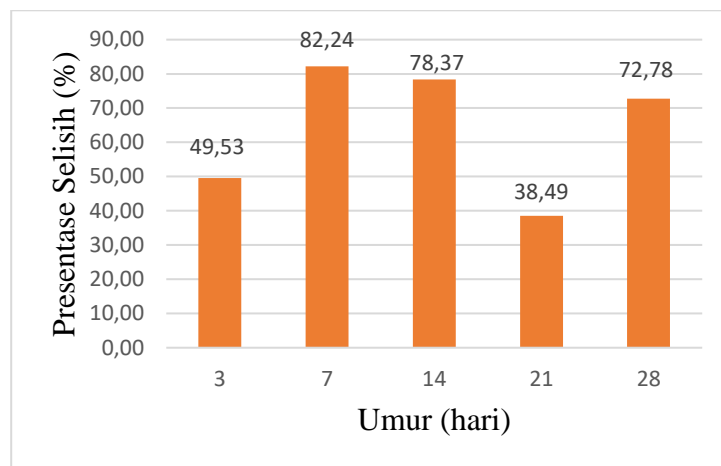
3. Perbandingan Kuat Lentur Balok Antar Variasi SN, SB, balok kontrol 20 Mpa (F0 20) dan 25 Mpa (F0 25).



Gambar 60. Persentase Selisih Kekuatan Lentur Balok SN terhadap Balok Kontrol $F_c' 20 \text{ MPa}$ (F0 20)

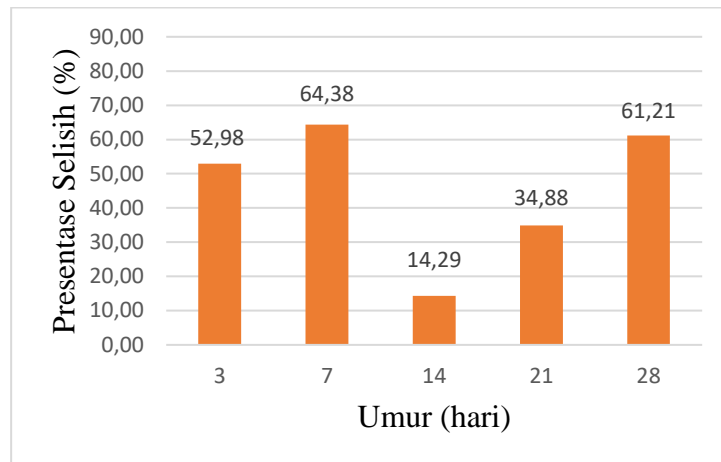
Adanya pengaruh kekuatan kuat lentur antara perlakuan SN dan balok kontrol $F_c 20 \text{ MPa}$ (F0 20) dapat terlihat dalam gambar 60. Berdasarkan hasil gambar 60 terlihat bawasanya selisih perbedaan terbesar adalah beton dengan umur penyambungan 7 hari yaitu selisih perbedaan sebesar 68,46%, dan selisih perbedaan terkecil atau mendekati normal yaitu

pada umur penyambungan umur 21 hari yaitu dengan selisih perbedaan 9,35% dan berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh hasil rata-rata selisih perbedaan antara perlakuan SN dan balok kontrol fc 20 MPa (F0 20) yaitu sebesar 50,67%.



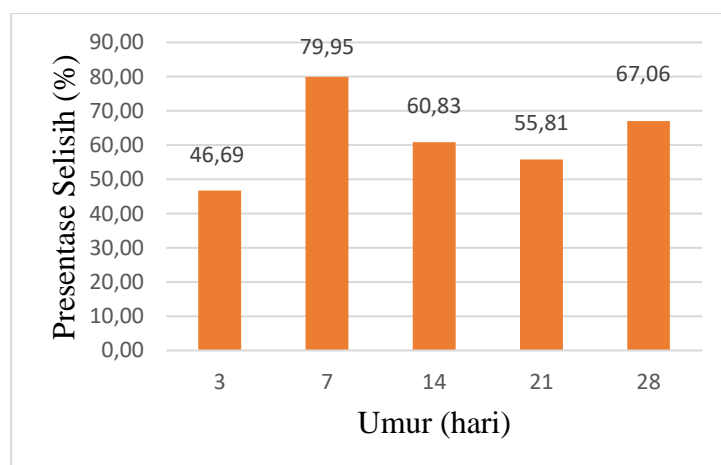
Gambar 61. Persentase Selisih Kekuatan Lentur Balok SB terhadap Balok Kontrol Fc' 20 MPa (F0 20)

Perbedaan sangat nyata atau berbeda secara signifikan antara kuat lentur balok SB dan F0 20 MPa dapat terlihat dalam gambar 61. Berdasarkan hasil gambar 61 terlihat bawasanya selisih perbedaan terbesar adalah beton dengan umur penyambungan 7 hari yaitu selisih perbedaan sebesar 82,24%, dan selisih perbedaan terkecil atau mendekati normal yaitu pada umur penyambungan umur 21 hari dengan persentase sebesar 38,49 % dan berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan dari diagram diperoleh hasil rata-rata selisih perbedaan yang cukup besar antara perlakuan balok SB dan balok kontrol Fc 20 MPa (F0 20) yaitu sebesar 64,18%



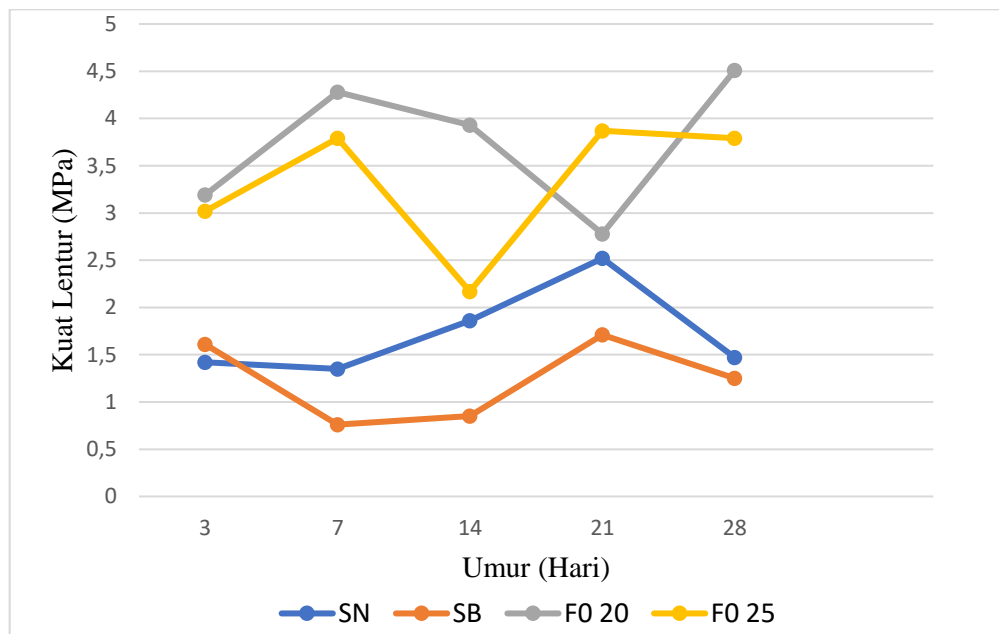
Gambar 62. Persentase Selisih Kekuatan Lentur Balok SN terhadap Balok Kontrol Fc' 25 MPa (F0 25)

Perbedaan sangat nyata atau berbeda secara signifikan antara kuat lentur balok SN dan F0 25 MPa dapat terlihat dalam gambar 62. Berdasarkan hasil gambar 62 terlihat bawasanya selisih perbedaan terbesar adalah beton dengan umur penyambungan 7 hari yaitu selisih perbedaan sebesar 64,38%, dan selisih perbedaan terkecil atau mendekati normal yaitu pada umur penyambungan umur 14 hari yaitu selisih perbedaannya sebesar 14,29% dan berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan dari diagram diperoleh hasil rata-rata selisih perbedaan yang cukup kecil antara perlakuan balok SN dan balok kontrol Fc 25 MPa (F0 25) yaitu sebesar 45,55%.



Gambar 63. Persentase Selisih Kekuatan Lentur Balok SB terhadap Balok Kontrol Fc' 25 MPa (F0 25)

Perbedaan sangat nyata atau berbeda secara signifikan antara kuat lentur balok SB dan F0 25 MPa dapat terlihat dalam gambar 63. Berdasarkan hasil gambar 63 terlihat bawasanya selisih perbedaan terbesar adalah beton dengan umur penyambungan 7 hari yaitu selisih perbedaan sebesar 79,95% dan selisih perbedaan terkecil atau mendekati normal yaitu pada umur penyambungan umur 3 hari yaitu 46,69% dan berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan dari diagram diperoleh hasil rata-rata selisih perbedaan yang cukup besar antara perlakuan balok SB dan balok kontrol f_c 25 MPa (F0 25) yaitu sebesar 62,06%.



Gambar 64. Kekuatan Lentur Balok Berbagai Umur

Ket : F0 20 (Balok Kontrol f_c 20 MPa)

F0 25 (Balok Kontrol f_c 25 MPa)

SN (Balok Sambungan Siku Normal)

SB (Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Perekat)

Pada gambar 64 terlihat bahwasanya perlakuan balok SB berada dibawah garis perlakuan balok SN. Hal yang sangat menarik dalam penelitian ini adalah bahwa hipotesis awal yaitu perlakuan balok SB yang seharusnya memiliki kekuatan lentur lebih besar daripada SN, dapat terlihat pada gambar 64 dimana menyatakan hasil yang sangat bertolak belakang.

Adanya penambahan bahan perekat beton lama dan baru yang bertujuan untuk merekatkan penyambungan beton secara sempurna, untuk mencegah terjadinya keretakan dan masuknya air kedalam sela-sela sambungan beton sehingga dapat memperkuat kekuatan pada balok. Namun hasil yang terjadi sangatlah bertolak belakang dengan hipotesis peneliti, maka dari itu peneliti mencoba dan menganalisis kembali penyebab rendahnya kekuatan lentur pada perlakuan balok SB. Berikut hipotesis terjadinya penyambungan tidak sempurna oleh bahan perekat *SikaCim Bonding Adhesive*:

a. Adanya kesalahan proporsi campuran beton

Keterangan tata cara penggunaan zat adesif sebagai perekat sambungan beton lama dan beton baru tertera dalam peraturan dimana sebagai bahan perekat zat adesif *SikaCim Bonding Adhesive* menyatakan bahwa perbandingan yang digunakan adalah 1 air : 1 zat perekat : dan 1 semen. Adanya ketidakjelasan perincian mengenai perbandingan yang tertera dalam kemasan produk dan dalam *website* resmi produsen, menyebabkan peneliti menafsirkan perbandingan 1 air : 1 zat perekat dan 3 semen, dengan cara mengkonversi masing-masing zat campuran. Konversi satuan ini dilakukan karena adanya perbedaan satuan dimana air menggunakan satuan hitung ml dan zat perekat serta semen menggunakan satuan gram. Dari hal tersebut maka untuk konversi perbandingan yang setara dengan 1 ml maka untuk semen dan bahan perekat dicari berat jenis terlebih dahulu kemudian di konversi dari 1 ml dan 3 ml ke bentuk gram.

b. Tercampurnya kandungan oli di daerah penyambungan

Penggunaan oli dalam penelitian digunakan sebagai bahan pelapis antara begesting dan balok. Dalam penggunaannya oli dioleskan pada daerah permukaan kayu begesting agar pada saat pelepasan balok mudah dilakukan. Namun oli yang digunakan pada saat penelitian di duga tercampur pada daerah penyambungan balok dan menyebabkan kekuatan bahan perekat balok menjadi berkurang dan kekuatan lentur

menjadi rendah. Hal ini terlihat dimana salah satu sampel dari balok sambungan siku (SB) yaitu balok dengan bahan tambah perekat patah tepat pada daerah penyambungan balok.

c. Lamanya jarak pemberian bahan perekat

Keterangan yang tersedia di dalam cover *SikaCim Bonding Adhesive* menyatakan bahwa setelah bahan perekat dioleskan pada permukaan beton maka harus langsung dituangkan beton baru segera agar bahan perekat tidak mengalami disfungsi yaitu menjadi kering. Pada penelitian penyambungan balok usia 3 dan 7 hari setelah diuji, balok dengan bahan perekat mengalami kekuatan yang lebih kecil dari balok penyambungan tanpa bahan tambah, dari hal tersebut peneliti berfikir bahwasanya hal ini disebabkan oleh jarak pengolesan dan penuangan beton baru yang cukup lama dan menyebabkan bahan perekat menjadi kering. Berdasarkan hal ini, peneliti mencoba memberikan bahan perekat beton lama dan beton baru pada usia penyambungan 14, 21, dan 28 hari tepat waktu dan memiliki waktu yang sangat singkat agar bahan perekat tidak mengalami kekeringan, namun hasil yang didapatkan tetap sama yaitu nilai kuat lentur balok tanpa bahan tambah lebih besar daripada balok yang ditambah bahan perekat.