

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Bahan Campuran Beton

Material – material penyusun beton terlebih dahulu dilakukan pengujian sebagai dasar untuk mendapatkan hasil yang baik pada saat pengujian balok uji, antara lain seperti agregat kasar dan agregat halus. Pengadaan Beton HVFA-SCC yang digunakan dalam penelitian ini bekerja sama dan disediakan oleh PT. Solusi Bangun Beton (SBB), sehingga untuk pengujian material – material penyusun betonnya juga dilakukan oleh PT. Solusi Bangun Beton.

5.1.1 Komposisi Material Penyusun Beton

Berikut komposisi beton *readymix* yang dibuat PT. Solusi Bangun Beton (SBB), disajikan dalam Tabel 5.1

Tabel 5 1 Komposisi Campuran Beton High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete

Kode	Water (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Fly Ash (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)
------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

5.1.2 Hasil pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus yang sudah dilakukan mencakup pengujian *Specific Gravity (ssd)*, *Absorption*, *Material Finner Than 200 micron*, *Berat jenis*, dan *organic impiuritis*, berikut untuk hasilnya disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil pengujian	Standart	Kesimpulan
1	Specific Gravity (ssd)	2.63 gr/cm ³	2.5 - 2.7 gr/cm ³	Memenuhi syarat
2	Absorption	3.52%	-	
3	Material Finner Than 200 microns	9.90 %	5 - 8	Memenuhi syarat
4	Unit Weight	1.52 ton/m ³	-	
5	Organic Impiuritis	No. 3	-	

5.1.3 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar yang dilakukan mencakup pengujian pengujian *Specific Gravity (ssd)*, *Absorption*, *Material Finner Than 200 micron*, dan Berat jenis, untuk hasilnya disajikan pada tabel dibawah ini

Tabel 5 3. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil pengujian	Standart	Kesimpulan
1	Specific Gravity (ssd)	2.43 gr/cm ³	2.5 - 2.7 gr/cm ³	Memenuhi syarat
2	Absorption	7.24%	-	
3	Material Finner Than 200 micron	5.2 %	5 - 8	Memenuhi syarat
4	Unit Weight	1.36 ton/m ³	-	

5.1.4 Komposisi Kimia Fly Ash

PT. Solusi Bangun Beton (SBB) juga melakukan pengujian terhadap *fly ash* yang dipakai untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat didalamnya, pengujian *fly ash* berdasarkan parameter yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5 4. Komposisi Kimia Fly Ash

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	Cl	LOI	H ₂ O
46	17.7	13.87	5.5	2.3	1.63	2.26	0.62	0.26	0.075	0.7	0.7

5.1.5 Pengujian Slum Flow Test

Hasil Pengujian *Slum Flow Test* yang dilakukan oleh PT. Solusi Bangun

Beton (SBB) di lokasi pengecoran, dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5 5. Hasil Pengujian Beton Segar

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Pengujian Beton	Persyaratan Beton SCC
		HVFA-SCC 50 %	EFNARC 2002
Flow Table	Diamter (mm)	630	600- 700
	t_{50} (detik)	5	2 - 5 detik

Dari hasil tabel 5.5 terkait hasil pengujian *Slum Flow Test*, disimpulkan bahwa beton yang digunakan sudah memenuhi persyaratan untuk dilakukan pengecoran pada bekisting balok uji yang telah disiapkan.

5.2 Pengujian Sifat Mekanik

5.2.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah pada sampel beton silinder dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dapat dilihat pada Tabel 5.6, 5.7, 5.8, dan 5.9

Tabel 5 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton Umur 14 Hari

Kuat Tekan	14 Hari		Modulus Elastissitas Hasil Uji	Rata Rata
Sample	beban (kN)	fc (Mpa)	$E=4700\sqrt{fc}$	fc (Mpa)
SCC 50% (1)	470.00	26.60	24240	29.07
SCC 50% (2)	550.00	31.12	26219	
SCC 50% (3)	580.00	32.80	26918	
SCC 50% (4)	455.00	25.75	23850	

Tabel 5 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton Umur 21 Hari

Kuat Tekan	21 Hari		Modulus Elastisitas Hasil Uji	Rata Rata
Sample	beban (kN)	fc (Mpa)	$E=4700\sqrt{fc}$	fc (Mpa)
SCC 50% (5)	575.00	32.54	26810	32.26
SCC 50% (6)	600.00	33.95	27387	
SCC 50% (7)	535.00	30.27	25861	
SCC 50% (8)	570.00	32.26	26693	

Tabel 5 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton Umur 28 Hari

Kuat Tekan	28 Hari		Modulus Elastisitas Hasil Uji	Rata Rata
Sample	beban (kN)	fc (Mpa)	$E=4700\sqrt{fc}$	fc (Mpa)
SCC 50% (9)	600.00	33.95	27387	35.16
SCC 50% (10)	615.00	34.80	27727	
SCC 50% (11)	580.00	32.82	26926	
SCC 50% (12)	690.00	39.05	29369	

Tabel 5 9. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel Beton Umur 28 Hari

Kuat Tarik belah	28 HARI		Rata Rata
	beban (kN)	Fct (Mpa)	(Mpa)
SCC 50% (13)	265.00	3.749	2.97
SCC 50% (14)	175.00	2.476	
SCC 50% (15)	190.00	2.688	

5.2.2 Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian tarik baja tulangan yang digunakan dalam balok uji dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, untuk Tarik baja tulangan disajikan pada Tabel 5.10 dan 5.11

Tabel 5 10. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja ϕ 12 mm

Benda Uji	Diamater Baja	Diameter Rata rata	Luas Penampang	P Max	Kuat Tarik Leleh	Kuat Tarik Maksimum
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
A	12	12	113.04	54618	372.35	482.92
B	12			54733	364.59	483.95
C	12			54492	364.75	481.81
Rerata					367.23	482.89

Tabel 5 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja ϕ 6 mm

Benda Uji	Diamater Baja	Diameter Rata rata	Luas Penampang	P Max	Kuat Tarik Leleh	Kuat Tarik Maksimum
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
A	6	6	28.26	-	561.52	785.29
B	6			-	551.86	778.5
Rerata					556.69	781.90

5.3 Pengujian Experiment Balok terhadap Perkuatan Lentur

Balok uji yang sudah dilakukan pengujian dengan pembebanan memberikan hasil yang direkam oleh *data logger* dimana hasil rekaman atau pembacaannya akan diolah menjadi grafik yang menggambarkan hubungan

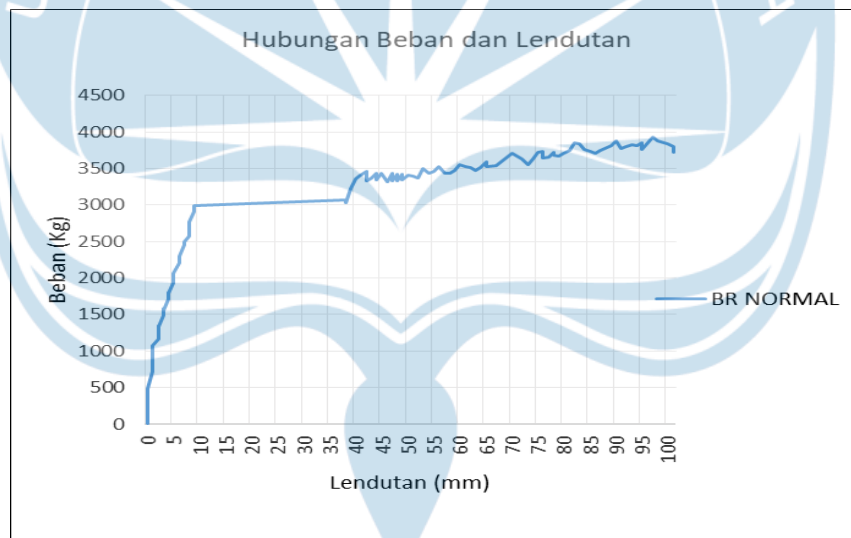
beban terhadap lendutan dan beban terhadap regangan Tabel hasil pengecekan beton bertulang HVFA-SCC, bisa dilihat dibawah ini

Tabel 5 12. Tabel Kapasitas Beban Balok Uji

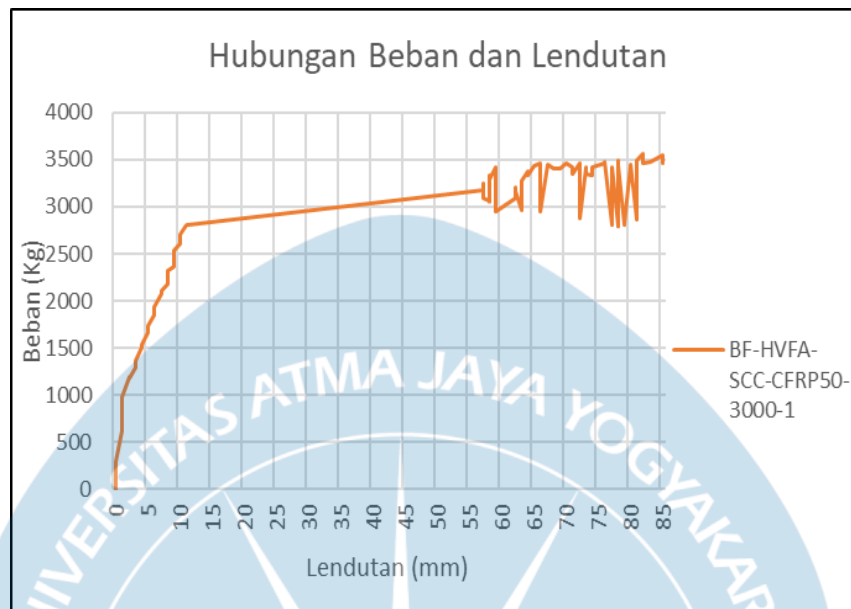
BENDA UJI	Kapasitas Beban (kg)
BR NORMAL	3500
BS-HVFA-SCC-CFRP100-150-1	3227.5
BS-HVFA-SCC-CFRP100-150-2	3400
BS-HVFA-SCC-CFRP250-300-1	3312.5
BS-HVFA-SCC-CFRP250-300-2	3265

5.3.1 Hubungan Antara Beban dan Defleksi

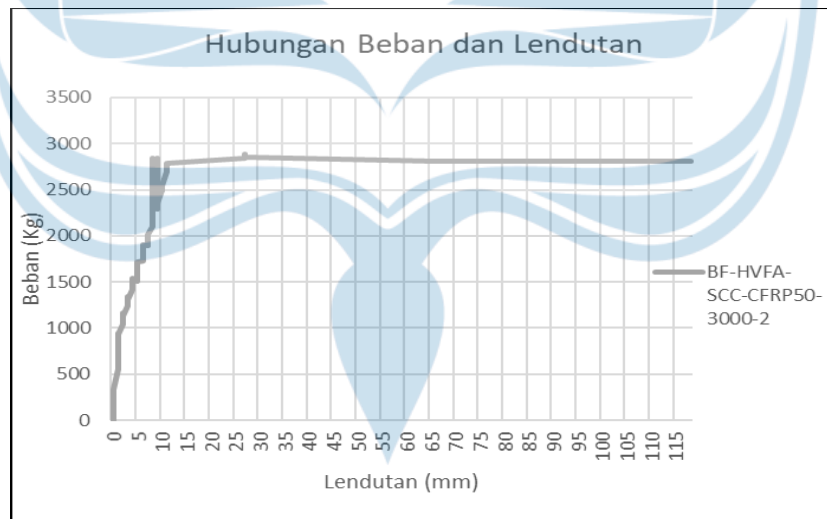
. Grafik hubungan beban dan defleksi dapat dilihat pada gambar 5.1 – 5.5.



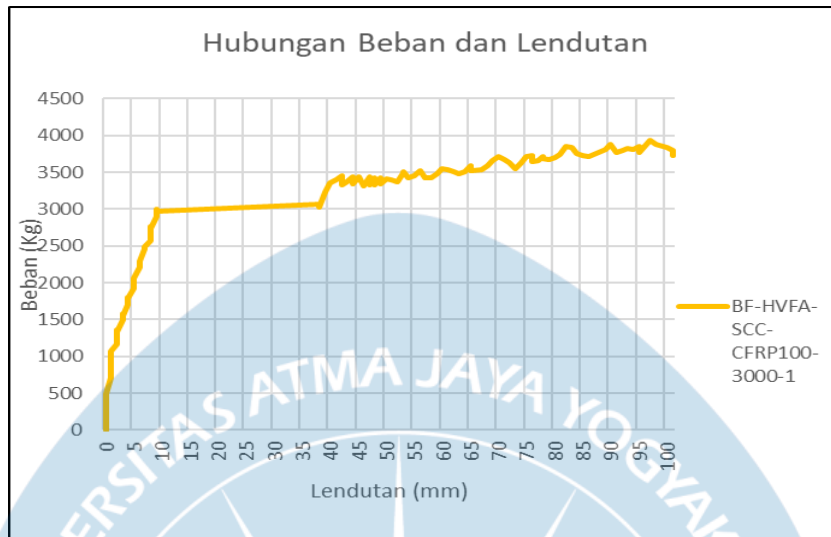
Gambar 5 1. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi – BR NORMAL



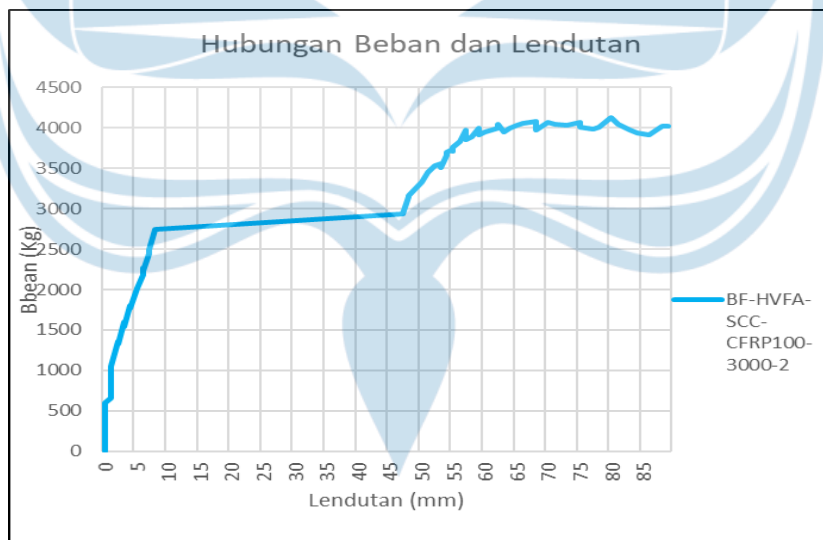
Gambar 5 2. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi – BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1



Gambar 5 3. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi – BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2.



Gambar 5 4. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi – Bf-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1.



Gambar 5 5. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi – BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2.

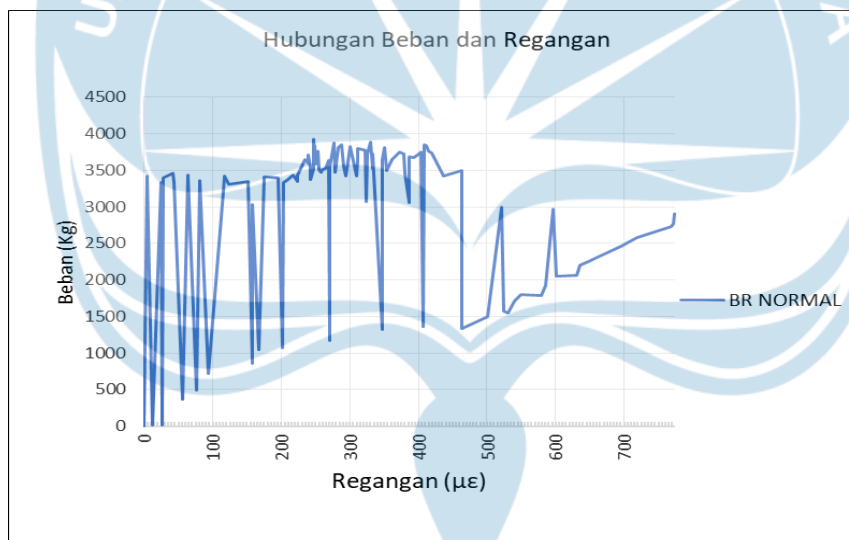
Hasil dari defleksi pada masing – masing balok dirangkum menjadi satu dan dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5 13. Nilai Defleksi Balok Uji

BENDA UJI	00 (BEBAN) (kg)	01 (DEFLEKSI) (mm)
BR NORMAL	3800	92.15
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1	3452.5	80.05
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2	2812.5	66.2
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1	3832.5	100.05
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2	3827.5	56.4

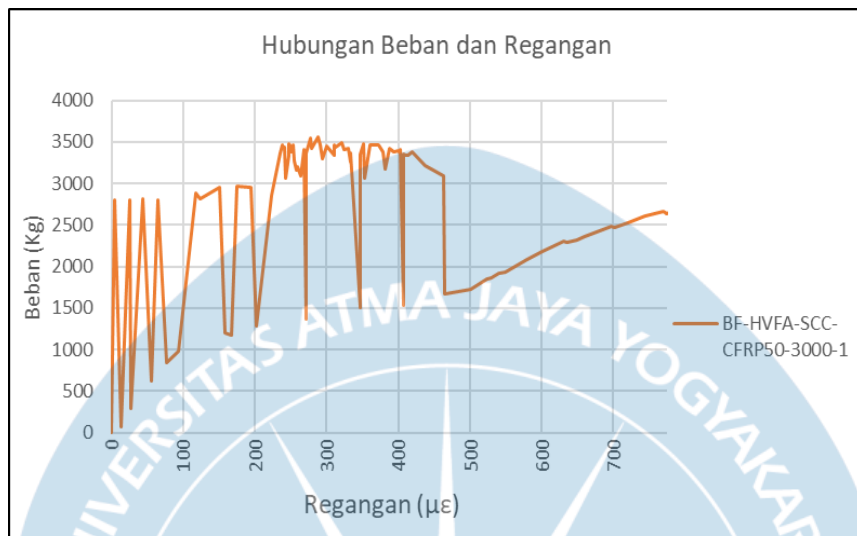
5.3.2 Hubungan Antara Beban dan Regangan Beton

dimana grafik hubungan antara beban dan regangan Beton dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.6 - 5.9.

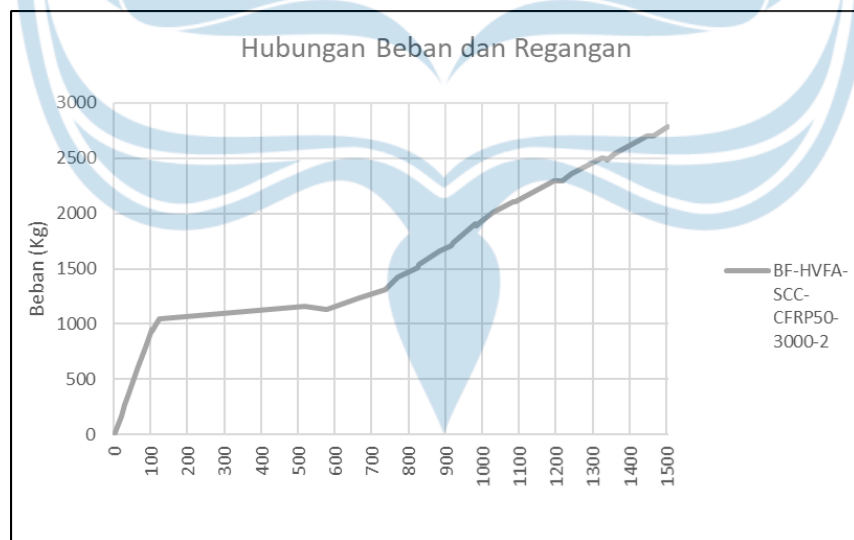


Gambar 5 6. Grafik Hubungan Beban dan Regangan Beton – BR

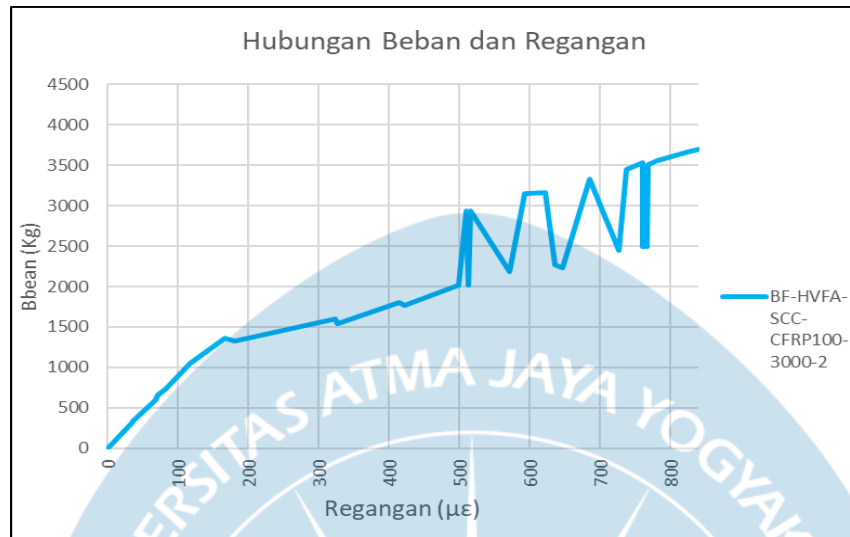
NORMAL



Gambar 5 7. Grafik Hubungan Beban dan Regangan Beton – BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1



Gambar 5 8. Grafik Hubungan Beban dan Regangan Beton – BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2



Gambar 5 9. Grafik Hubungan Beban dan Regangan Beton – BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2

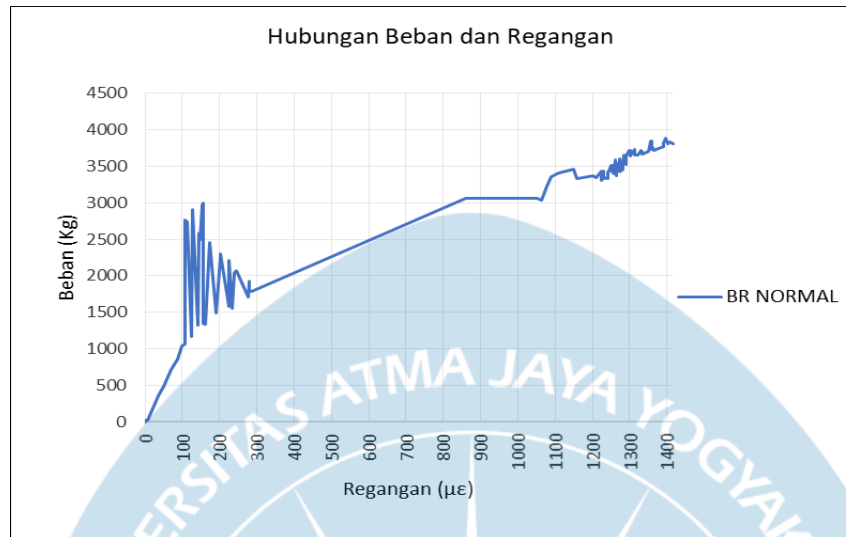
Hasil dari regangan baja tulangan beton pada masing – masing balok dirangkum menjadi satu dan dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5 14. Nilai Regangan Beton Pada Balok Uji

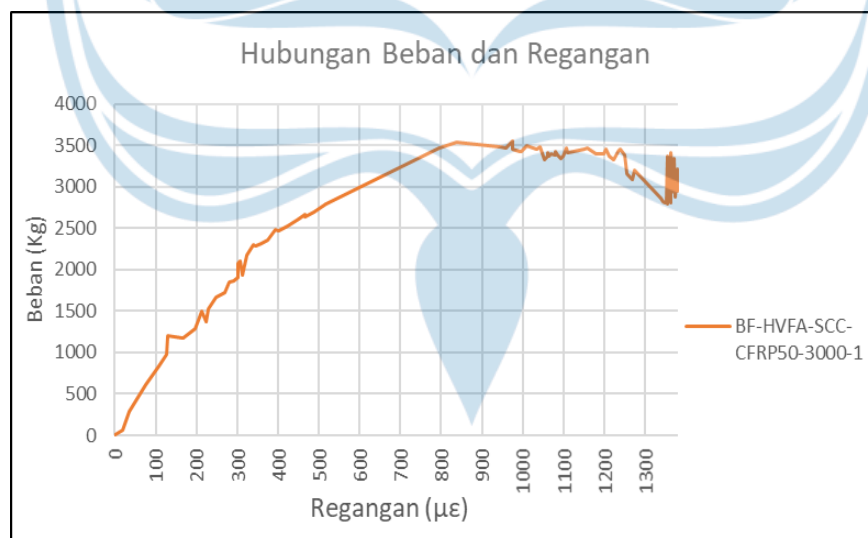
BENDA UJI	00 (BEBAN) (kg)	02 (Regangan Beton) ($\mu\epsilon$)
BR NORMAL	3800	312.49
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1	3452.5	300.95
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2	2812.5	1505.71
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2	3827.5	904.77

5.3.3 Hubungan Antara Beban dan Regangan Baja Tulangan 1 (Pemasangan Strain Gauge Pada Tengah Bentang Balok)

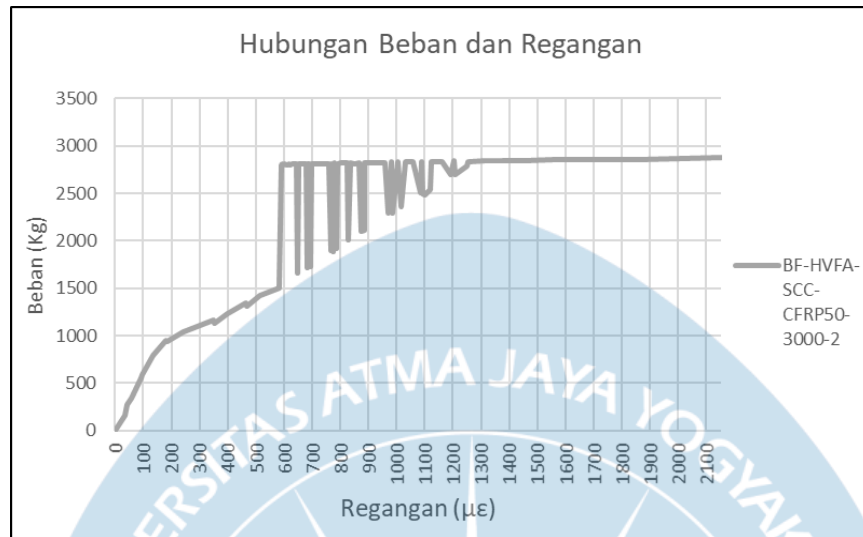
dari hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.10 - 5.14.



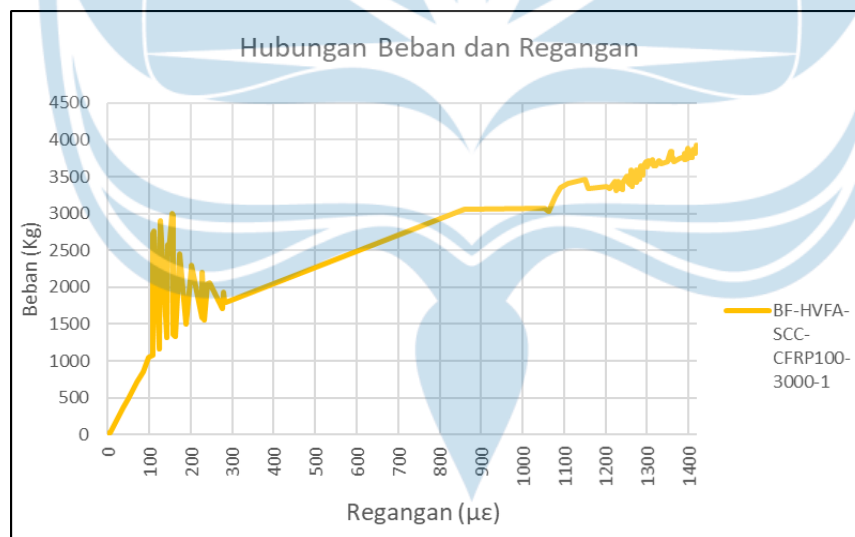
Gambar 5 10. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 1 – BR
NORMAL



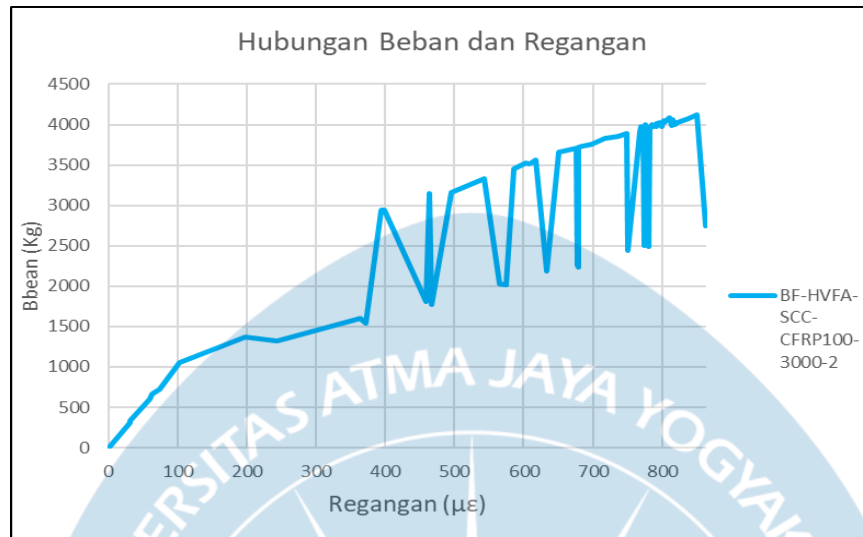
Gambar 5 11. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 1 – BF
HVFA-SCC- CFRP50-3000-1



Gambar 5 12. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 1 – BF
HVFA-SCC- CFRP50-3000-2



Gambar 5 13. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 1 – BF
HVFA-SCC- CFRP100-3000-1



Gambar 5 14. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 1 – BF
HVFA-SCC- CFRP100-3000-2

Hasil dari regangan baja tulangan 1 pada masing – masing balok dirangkum menjadi satu dan dapat dilihat pada Tabel 5.15

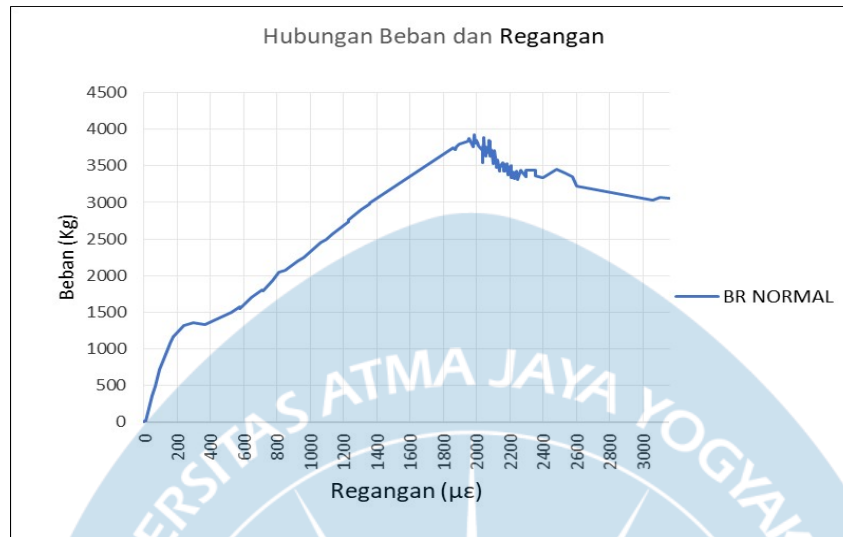
Tabel 5 15. Nilai Regangan Baja Tulangan 1 Pada Balok Uji

BENDA UJI	00 (BEBAN) (kg)	03 (Regangan Baja Tulangan 1) (µε)
BR NORMAL	3800	1402.1
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1	3452.5	1380.96
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2	2812.5	2153.6
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1	3832.5	1419.4
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2	3827.5	863.94

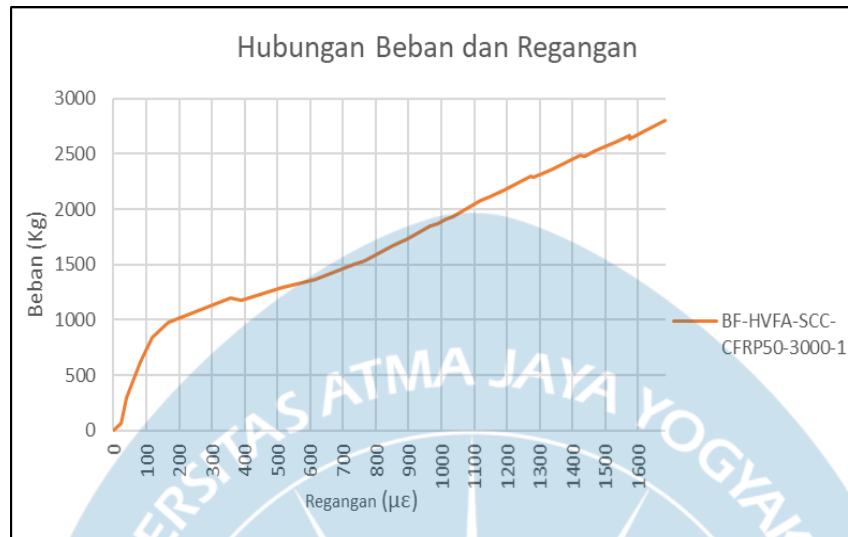
5.3.4 Hubungan Antara Beban dan Regangan Baja Tulangan 2 (Pemasangan

Strain Gauge Pada Jarak 1 m Dari Tumpuan Balok)

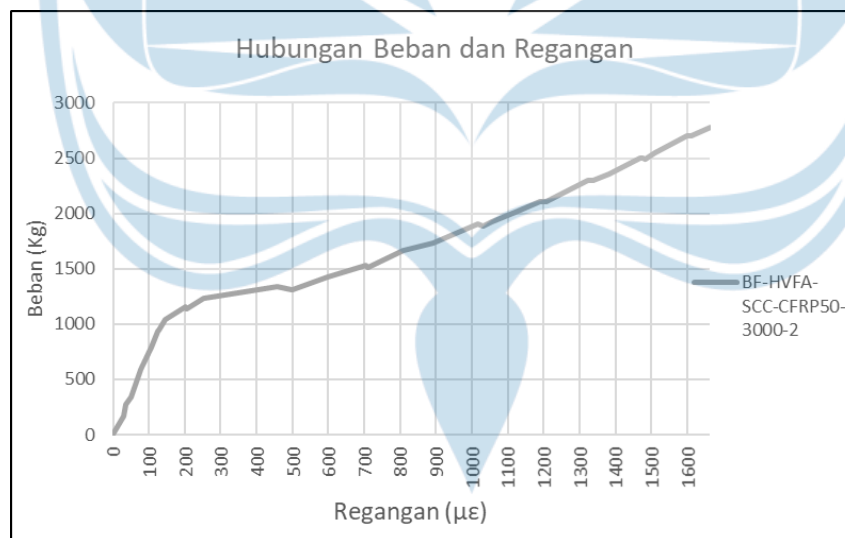
dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.15 - 5.19.



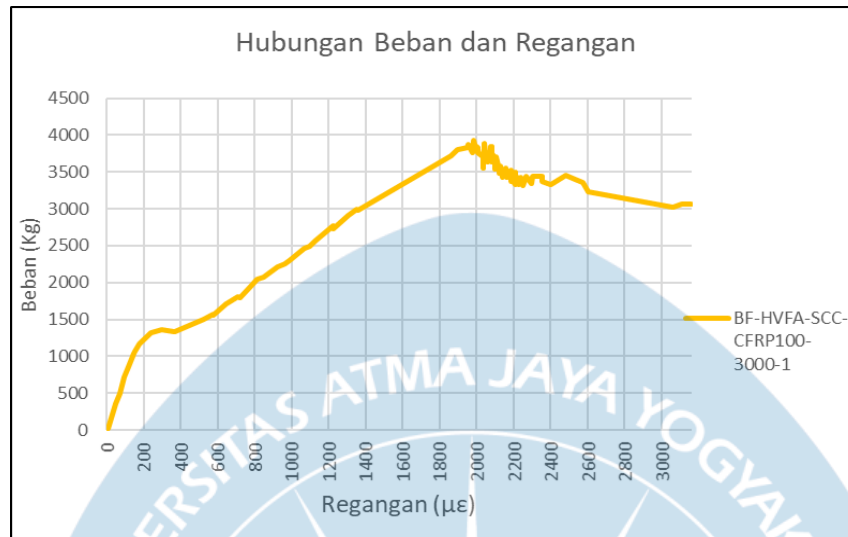
Gambar 5 15. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 2 – BR
NORMAL



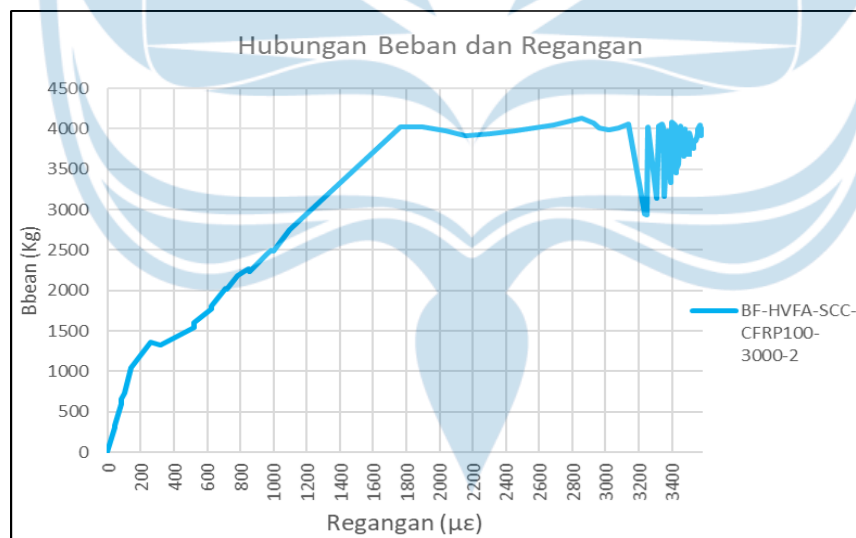
Gambar 5 16. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 2 – BF
HVFA-SCC- CFRP50-3000-1



Gambar 5 17. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 2 – BF
HVFA-SCC- CFRP50-3000- 2



Gambar 5 18. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 2 – BF
HVFA-SCC- CFRP100-3000-1



Gambar 5 19. Grafik Hubungan Beban dan Baja Tulangan 2 – BF
HVFA-SCC- CFRP100-3000-2

Hasil dari regangan baja tulangan 2 pada masing – masing balok dirangkum menjadi satu dan dapat dilihat pada Tabel 5.16

Tabel 5 16. Nilai Regangan Baja Tulangan 2 Pada Balok Uji

BENDA UJI	00 (BEBAN) (kg)	04 (Regangan Baja Tulangan 2) ($\mu\epsilon$)
BR NORMAL	3800	3159.41
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1	3452.5	1683.01
BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2	2812.5	1663.2
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1	3832.5	3159.41
BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2	3827.5	3586.77

5.4 Pola Retakan Balok Uji Penampang T

Pola retakan yang terjadi bisa dilihat pada gambar dibawah ini

5.4.1 Pola Retakan Balok Normal (BR Normal)

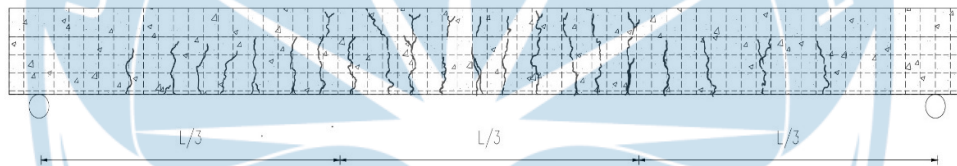
Berikut adalah dokumentasi dan pola retak yang terjadi pada balok uji tipe BR Normal sebelum dan sesudah diberikan beban.



Gambar 5 20 . Benda uji balok normal (BR-Normal)



Gambar 5 21. Pola Retakan pada Benda uji balok normal (BR-Normal) setelah diberikan Pembebanan



Gambar 5 22. Sketsa Pola Retak Balok

Retak pertama kali terjadi pada jarak 1 m dari tumpuan dengan beban 2577 kg defleksi yang terjadi 8.05 mm, retak retak selanjutnya terjadi pada area lapangan secara terus menerus dan mencapai maksimal dengan beban 3800 kg defleksi yang terjadi 92.5 mm.0 Pola retak seperti yang terlihat pada Gambar 5.21 dan 5.22.

5.4.2 Pola Retakan Balok Dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1)



Gambar 5 23. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1) sebelum diberikan Pembebanan



Gambar 5 24. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-1) setelah diberikan pembebanan

Retak pertama kali terjadi pada jarak 1 m dari tumpuan dengan beban 2732.5 kg defleksi yang terjadi 8.75 mm, retak retak selanjutnya terjadi pada area lapangan secara terus menerus dan mencapai maksimal dengan beban 3382.5 kg defleksi yang terjadi 100.05 mm. Pola retak seperti yang terlihat pada Gambar 5.24.

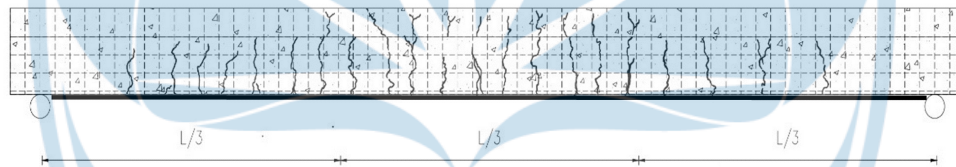
5.4.3 Pola Retakan Balok Dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2)



Gambar 5 25. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100 -3000-2) sebelum diberikan pembebanan



Gambar 5 26. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000-2) setelah diberikan pembebanan



Gambar 5 27. Sketsa Pola Retak Balok BF-HVFA-SCC-CFRP100-3000

Retak pertama kali terjadi pada jarak 1 m dari tumpuan dengan beban 2747.5 kg defleksi yang terjadi 8.6 mm, retak retak selanjutnya terjadi pada area lapangan secara terus menerus dan balok mengalami pecah pada beban 3827.5 dengan defleksi 56.4 mm . Kondisi retak balok dapat dilihat pada Gambar 5.26.

5.4.4 Pola Retakan Balok Dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1)



Gambar 5 28. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-1) sebelum diberikan Pembebanan



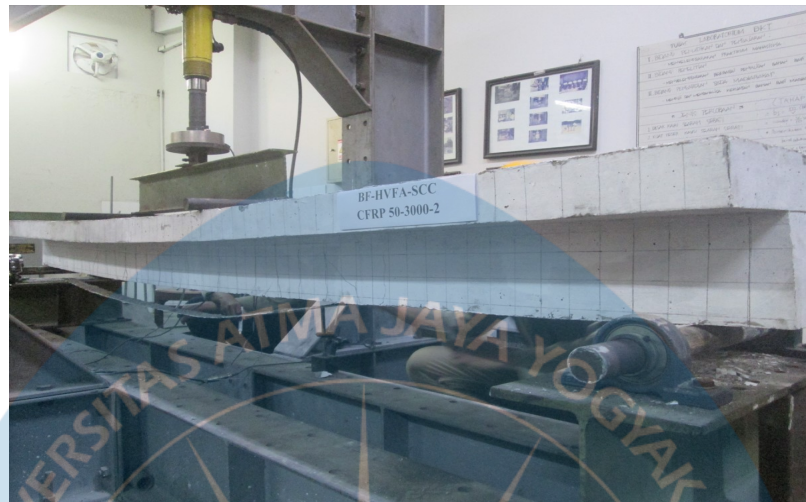
Gambar 5 29. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2) setelah diberikan pembebanan

Retak pertama kali terjadi pada jarak 1 m dari tumpuan dengan beban 2302 kg defleksi yang terjadi 8.6 mm, retak retak selanjutnya terjadi pada area lapangan secara terus menerus dan mencapai maksimal dengan beban 3452.5 kg defleksi yang terjadi 80.05 mm. Pola retak seperti yang terlihat pada Gambar 5.29.

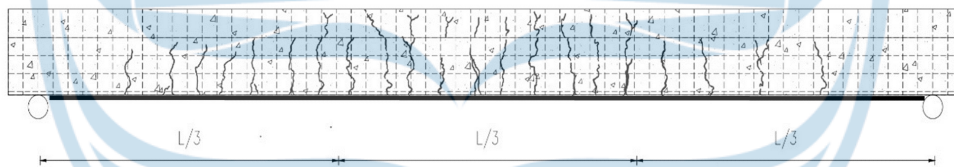
5.4.5 Pola Retakan Balok Dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2)



Gambar 5 30. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2) sebelum diberikan Pembebanan



Gambar 5 31. Benda uji balok dengan perkuatan CFRP (BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000-2) setelah diberikan Pembebanan



Gambar 5 32. Sketsa Pola Retak Balok BF-HVFA-SCC-CFRP50-3000

Retak pertama kali terjadi pada jarak 1 m dari tumpuan dengan beban 2700 kg defleksi yang terjadi 11 mm, retak retak selanjutnya terjadi pada area lapangan secara terus menerus dan mencapai maksimal dengan beban 2812.5 kg defleksi yang terjadi 66.2 mm. Pola retak seperti yang terlihat pada Gambar 5.31.